

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1938

N°

THÈSE

642

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Henry-Adrien VIGNERON

Né le 5 Juillet 1909, à Nîmes (Gard)

Contribution
à l'étude acoumétrique
de l'otospongiose
(à forme classique)

Président : M. LEMAITRE, Professeur

Lucien CARIO, Imprimeur
13, Pass. Trubert-Bellier
PARIS (XIII^e)
1938

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Henry-Adrien VIGNERON

Né le 5 Juillet 1909, à Nîmes (Gard)

Contribution
à l'étude acoumétrique
de l'otospongiose
(à forme classique)

Président : M. LEMAITRE, Professeur



FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

Le Doyen TIFFENEAU.

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie.	ROUVIÈRE.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale.	POLONOVSKI.
Bactériologie.	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique.	N.
Histologie.	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique.	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale.	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
Clinique médicale.	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
	LEREBoullet.
	NOBÉCOURT.
Hygiène et clinique de la première enfance	H. CLAUDE.
Clinique des maladies des enfants	GOUGEROT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	GUILLAIN.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	LEMIERRE.
Clinique des maladies du système nerveux	CUNÉO.
Clinique des maladies infectieuses	GOSSET.
Clinique chirurgicale.	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique.	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
Clinique d'accouchements	LÉVY-SOLAL.
	COUVELAIRE.
Clinique gynécologique	JEANNIN.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	MOCQUOT.
Clinique thérapeutique médicale	OMBRÉDANNE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	RATHERY.
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAÎTRE.
Clinique propédeutique.	Pierre DUVAL.
Clinique de la Tuberculose	M. VILLARET.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	BÉZANÇON.
Clinique cardiologie.	MATHIEU.
Clinique d'Assistance Médico-Sociale	LAUBRY.
	CROUZON.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.		MM.	
AMELINE	Pathologie chirurgicale.	LAROCHE (Guy)	Pathologie médicale.
BARIÉTY	Pathologie médicale.	LELONG	Pathologie médicale.
BÉNARD (Henri)	Pathologie médicale.	LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
BERNARD (Etienne)	Pathologie médicale.	LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
BESANÇON (Justin)	Hydrologie.	M ^{lle} J. LÉVY	Pharmacologie.
BOULIN	Pathologie médicale.	LÉVY-VALENSI	Neurologie et Psychiatrie.
BULLIARD	Histologie.	MÉNÉGAUX	Pathologie chirurgicale.
CATHALA	Pathologie médicale.	MOLLARET	Pathologie médicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.	MOREAU	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.	MOULONGUET	Pathologie chirurgicale.
DOGNON	Physique.	MOUQUIN	Pathologie médicale.
FEY	Urologie.	OBERLING	Anatomie pathologique.
FUNCK	Pathologie chirurgicale.	PETIT-DUTAILLIS	Pathologie chirurgicale.
GALLIARD	Parasitologie.	PIÉDELIÈVRE	Médecine légale.
GASTINEL	Bactériologie.	PORTES	Obstétrique.
DE GAUDART D'ALLAINES	Pathologie chirurgicale.	RENARD	Ophtalmologie.
GAYET	Physiologie.	RICHE	Physiologie.
DE GENNES	Pathologie médicale.	SANNIÉ	Chimie biologique.
GIROUD	Histologie.	SÉNÈQUE	Pathologie chirurgicale.
HAGUENAU	Pathologie médicale.	TROISIÈRE	Pathologie expérimentale.
HALPHEN	Oto - rhino-laryngologie.	TURPIN	Pathologie médicale.
HAZARD	Pharmacologie.	VIGNES	Obstétrique.
HUGUENIN	Anatomie pathologique.	WILMOTH	Pathologie chirurgicale.
JOANNON	Hygiène.		
LACOMME	Obstétrique.		
LANTUÉJOUL	Obstétrique.		

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.		MM.	
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.	LARDENNOIS	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.	LEROUX	Anatomie pathologique.
CHAILLEY-BERT	Physiologie.	PHILIBERT	Bactériologie.
		VAUDESCAL	Obstétrique.

**IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE
à titre permanent.**

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale.	BASSET.	} Clinique chirurgicale.
AUBERTIN. . .		BROCO.	
BRULÉ.		CADENAT. . . .	
CHABROL. . . .		GATELLIER. . . .	
DONZELOT. . . .		HEITZ-BOYER. . .	
DUVOIR.		MOURE.	
LIAN.		QUENU.	
PASTEUR-VAL-		SCHWARTZ. . . .	
LERY-RADOT.		VELTER.	
SÉZARY			
MM.			
ECALLE.	} Clinique obstétricale.		
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique.
LEDoux-LEBARD.	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé	Microbiologie.
RUFFE.	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ.	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547520_0016

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA MERE

*en témoignage de ma profonde
affection.*

A MA SŒUR

en gage de ma grande tendresse.

A MON ONCLE

A MES TANTES

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE MEDECIN GENERAL FAYET

Sous-Directeur du Service de Santé
de la Région de Paris

Officier de la Légion d'honneur

*en témoignage de notre reconnais-
sance et de notre respectueuse
affection.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR LEMAITRE

Membre de l'Académie de Médecine

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris

Laryngologiste de l'Hôpital Lariboisière

Commandeur de la Légion d'honneur

en hommage respectueux pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de cette thèse.

A MONSIEUR LE DOCTEUR BALDENWECK
Oto-rhino-laryngologiste de l'Hôpital Beaujon, Clichy

*qui nous a inspiré cette thèse. Nous
sommes heureux de lui témoigner
ici notre profonde reconnaissance
et nous le remercions vivement
pour l'accueil qu'il nous a réservé
dans son service.*

*Qu'il nous soit permis de lui
exprimer notre respectueux atta-
chement.*

A NOS MAITRES DANS LES HOPITAUX

A NOTRE JURY DE THESE

A MONSIEUR LE DOCTEUR MAGNIEN

Ancien assistant du Service d'O.R.L. de l'hôpital
Beaujon, Clichy

*en hommage de notre profonde
reconnaissance pour la confiance et
la bienveillance qu'il nous a tou-
jours témoignées.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR LEVY DECKER

Ancien Interne des Hôpitaux

Ancien assistant du Service d'O.R.L. de l'hôpital
Beaujon, Clichy

*en témoignage de notre gratitude
pour les conseils qu'il nous a pro-
digés avec tant d'obligeance.*

A NOTRE AMI, LE DOCTEUR BRICAGE

*qui a guidé nos premiers pas dans
la spécialité avec toute notre
reconnaissance et notre affection.*

A NOS AINES DANS LE SERVICE, LES DOCTEURS
GRANET, DEGORCE, CORONE, MOUNIER,
LEROUX ROBERT, LAPINE, TILLE, BORY,
POUQUET, COLLAS-PELLETIER, BEKER.

A MONSIEUR ROBERT TIFFENEAU
Interne des Hôpitaux de Paris

*en témoignage de notre admiration
de notre reconnaissance et de
notre amitié.*

A NOS CAMARADES D'ETUDE
LES DOCTEURS JEAN BECUWE
PAUL JOURNE
JACQUES FAYET
PIERRE BANSE
JEAN BASTARD
MAURICE PIERRE

A MONSIEUR FOURNIER

Directeur de la S.I.A.C.

*qui a bien voulu mettre à notre
disposition un matériel de préci-
sion et dont les conseils dans les
questions techniques et mathéma-
tiques ont grandement facilité notre
tâche.*

INTRODUCTION

L'*Otospongiose*, sur laquelle LERMOYEZ, dans une monographie célèbre pour le fond comme pour la forme, a attiré l'attention des otologistes de langue française, est une maladie beaucoup plus fréquente qu'on ne le croit habituellement. D'après une statistique américaine récente (1), 74% des surdités seraient dues à l'otospongiose (70% à forme classique et 4% à forme cochléaire ou semi-cochléaire). Ce chiffre surprendra sans doute nombre de praticiens qui, mieux outillés pour le traitement des surdités tubotympaniques, voient dans leur cabinet beaucoup plus de tympano-scléroses que de capsio-scléroses. Par contre, les spécialistes de l'appareillage auditif considèrent qu'une telle proportion doit être proche de la vérité, car, en effet, ils ont constaté que le pourcentage des cas de très bonne conduction osseuse ressort à plus de 60%; et l'on sait que presque toujours une conduction osseuse particulièrement satisfaisante est l'indice — empirique mais certain — de l'otospongiose à forme classique.

L'importance même de la maladie, et le fait que son traitement diffère totalement de celui de toutes autres otopathies génératrices d'hypoacousie, exigent pour l'auriste une connaissance précise de ses syndromes. Cependant, on doit reconnaître que sur les données objectives de l'otoscopie et de l'acoumétrie classiques, le diagnostic de l'otospongiose est très souvent extrêmement difficile à poser. Aussi, dans la grande majorité des cas, lorsque l'on se trouve en

(1) Statistique établie par la Ligue des durs-d'oreille de Chicago et de Washington. (*Volta Review*, janvier 1938.)

face d'un malade présentant une conduction osseuse très satisfaisante, on base le diagnostic beaucoup plus sur une symptomatologie sommaire (hérédité, bourdonnements, vertiges, douleurs d'oreille) que sur l'analyse qualitative ou quantitative des reliquats auditifs. C'est d'ailleurs ce que LERMOYEZ lui-même sinon recommande, du moins semble constater dans l'une des pages les plus justement célèbres de son travail.

Pour bien saisir toute la difficulté du diagnostic, il est nécessaire, croyons-nous, de schématiser, d'après l'auteur précité, les syndromes de l'otospongiose :

1° RECHERCHE DES SIGNES

a) *Syndrome otoscopique négatif.*

Aucune altération du tympan et de la caisse, cependant « assez souvent » la tache rose, réflexe de SCHWARTZE (que l'on peut confondre au premier examen avec la congestion de la muqueuse de la caisse).

b) *Syndrome acoumétrique positif.*

L'otospongiose présente les caractéristiques acoumétriques d'une surdité de l'oreille moyenne (triade de BEZOLD).

1° Diminution de la durée de la perception des sons par voie aérienne.

La surdité est « souvent » très accentuée, et, dit LERMOYEZ, « il est à remarquer que jamais l'otite sèche n'arrive à produire un pareil assourdissement ».

2° Augmentation de la durée des sons par voie osseuse.

« Accroissement absolu par comparaison avec la durée normale de l'audition osseuse d'un sujet sain. »

D'où

Schwabach prolongé,
Rinne négatif,
Weber latéralisé à l'oreille la plus
sourde,
Intonation faible.

3° Perte de l'audition des sons graves.

2° DIAGNOSTIC DES FORMES

a) Forme classique.

L'ankylose de l'étrier se reconnaît :

1° Indirectement, par une triade de BEZOLD et une otoscopie négative.

2° Directement par l'épreuve de Gellé.

Mais LERMOYEZ fait remarquer avec juste raison que cette épreuve « n'est pas pathognomonique de l'otospongiose. Elle peut être également négative dans l'otite sèche.

b) Forme mixte (ou cochléaire).

« On aura affaire à un tableau clinique assez confus. »

1° Otoscopie négative — présence de la tache reflexe.

2° Superposition des signes acoumétriques de la névrite cochléaire à ceux de l'ankylose de l'étrier, soit :

Perte des sons graves et des sons aigus,
Schwabach normal,
Rinne égal.

3° Si les lésions cochléaires sont prédominantes et que, par suite, la formule acoumétrique soit celle d'une surdité de l'oreille interne, on aura recours à l'épreuve de Gellé.

Il convient de remarquer qu'aucun des syndromes énumérés ci-dessus ne peut être considéré comme par-

ticulier à l'otospongiose, à l'exception, bien entendu, de l'épreuve de Gellé. Mais l'épreuve de Gellé est-elle toujours facile à réaliser ? En fait, dans beaucoup d'otospongioses incontestables, on obtient un Gellé sinon positif, du moins « douteux », et cela, pour des raisons qu'il ne nous appartient pas de développer ici.

Il en résulte qu'en réalité l'examen purement otoscopique et acoumétrique ne permet pas d'asseoir à coup sûr avec facilité dans la totalité des cas, un diagnostic certain de l'otospongiose.

Cependant, tout récemment, un nouvel instrument de mesure a été mis à notre disposition; il s'agit de l'Audiomètre, appareil produisant des sons purs de fréquences étalonnées que l'on peut amplifier ou diminuer à volonté par une simple manœuvre. L'Audiométrie, qui constitue un progrès certain en matière d'acoumétrie quantitative, va-t-elle nous doter d'un nouveau « signe » de l'otospongiose sous la forme d'une courbe-type se déformant probablement en fonction de l'évolution de la maladie ? Va-t-elle nous munir d'un procédé direct et rapide d'établir un diagnostic certain, ou seulement d'une nouvelle épreuve soumise aux lois de la probabilité ? Tel est le problème que nous avons voulu essayer de résoudre dans le présent travail.

Pour cela, après avoir étudié les deux méthodes acoumétriques (actuellement en usage) au point de vue quantitatif, nous avons été amenés à rechercher une base de comparaison, c'est-à-dire une commune mesure de l'acuité auditive. Cette base ne peut être, à notre avis, que l'unité de sensation que les auteurs américains ont dénommé le décibel. En traduisant en décibels les temps de décroissance du diapason, il est possible de comparer les résultats de l'examen acoumétrique classique avec ceux de l'examen audiométrique. Ce rapprochement permet des constatations qui nous ont paru intéressantes, et si nous n'avons pu

tirer de celles-ci aucune conclusion définitive, tout au moins croyons-nous avoir fait œuvre utile en apportant dans ces recherches délicates les éléments d'une méthode d'investigation basée sur les plus récentes réalisations de l'Electro-acoustique.

CHAPITRE PREMIER

LA REPRESENTATION GRAPHIQUE A L'ACUITE AUDITIVE

Les Unités.

Un son pur, c'est-à-dire totalement exempt d'harmoniques, est caractérisé par deux facteurs : la fréquence et l'intensité. En faisant intervenir un troisième facteur, à savoir la capacité de l'oreille humaine normale à percevoir ce son, on obtient graphiquement une aire qui représente dans la surface totale du spectre sonore, le champ physiologiquement utilisable. (Fig. 1.)

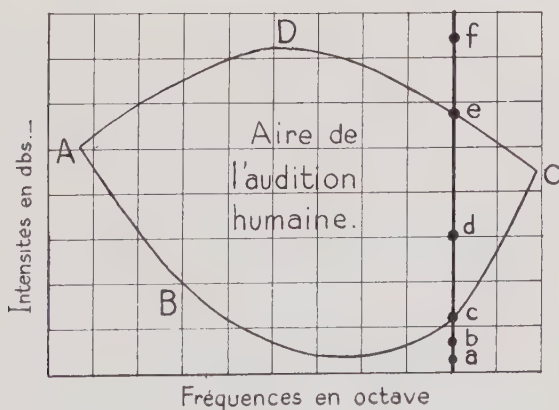


Fig. 1.

Soit un son de fréquence F , que l'on peut par un moyen quelconque augmenter de l'intensité nulle a à

l'intensité f . Emis à quelques centimètres de l'oreille d'un homme normal, ce son commencera à être perçu lorsqu'il aura atteint l'intensité c (seuil d'audibilité) et ne sera plus entendu à partir de l'intensité e (seuil de la douleur). Ce dernier point est discutable, et l'on ne sait pas encore s'il existe réellement une limite à l'audition d'un son très intense. Cela ne présente d'ailleurs pour nous aucun intérêt, puisque seule la courbe ABC, qui figure le seuil de l'audibilité aux différentes fréquences perceptibles est susceptible, compte tenu de l'appareillage dont nous disposons, d'être étudiée avec précision.

Pour situer la position d'un point quelconque d audible, ou b inaudible du champ sonore total, on utilise deux unités.

1° L'unité de fréquence

n'est autre que *la vibration double*. On note abscisse les fréquences d'octave 16, 32, 64, 128 V.D., etc..., à intervalles égaux. C'est une progression géométrique de base 2.

2° L'unité d'intensité

peut être, soit *la barye*, soit *le décibel* (ou *phone*).

a) *La barye* est l'unité C.G.S. de pression; elle équivaut à 1 dyne par centimètre carré.

Soit I l'intensité physique du son (c'est-à-dire le travail que l'on exprime en ergs par seconde, P la pression sonore, et A l'amplitude de l'onde, on a :

$$I = K_1 P^2 = K_2 A^2$$

L'intensité sonore est proportionnelle au carré de la pression et au carré de l'amplitude. On en déduit

$$P = K_3 A$$

La pression est proportionnelle à l'amplitude.

La barye est une unité physique qui présente l'inconvénient, pour les études d'ordre physiologique, d'être trop petite; c'est ainsi que le son 1.000 V.D. commence à être perçu par l'homme lorsque son intensité équivaut à 0,000204 baryes, pour cesser de l'être à 3 ou 4.000 baryes. En outre, lorsqu'on augmente la pression d'une barye aux faibles intensités, la sensation auditive s'accroît beaucoup plus considérablement que lorsqu'on applique cet accroissement aux fortes intensités.

b) *Le décibel*

est une unité de sensation qui peut être considérée comme la traduction en langage physiologique des données physiques précédentes.

Selon la loi psycho-physique de WEBER-FECHNER, la sensation croît comme le logarithme de l'excitation; ceci signifie que si l'intensité physique du son (excitation) augmente en progression géométrique

10 100 1.000 10.000,

la sensation auditive augmentera dans le même temps en progression arithmétique :

1 2 3 4.

Autrement dit, lorsque l'intensité physique du son passera de $10\times$ à $10\times+1$, la sensation auditive passera de x à $x+1$, c'est-à-dire qu'elle s'accroîtra d'une seule unité.

Si l'on utilise pour ces calculs les logarithmes néperiens, l'unité de sensation correspondante est le Neper. Si, par contre, on utilise les logarithmes décimaux, l'unité de sensation est le *Bel*.

Soit I_0 et I deux intensités d'un même

son, S_0 et S les sensations auditives correspondantes, on aura :

$$\frac{S}{S_0} = \text{Log} \frac{I}{I_0} \text{ bels}$$

Le bel se divise en 10 décibels, de sorte que

$$\frac{S}{S_0} = 10 \text{ Log} \frac{I}{I_0} \text{ décibels}$$

On en déduit que le bel (et par suite le décibel) est une unité de rapport. Il a donc fallu, pour les besoins pratiques, lui donner une base; cette base est telle que le seuil d'audibilité de la fréquence, la mieux perçue (entre 1.500 et 3.000 V.D.) correspond à 6 décibels.

L'Audiogramme.

En portant sur les abscisses et les ordonnées de la fig. 1, les unités choisies, soit la vibration double (en abrégé V.D.) et le décibel (en abrégé db.), on obtient un graphique ou Audiogramme qui permet l'inscription des résultats d'un examen acoumétrique quelconque, sous forme d'une ligne brisée (représentant les seuils d'audibilité constatés aux différentes fréquences) contenue dans l'aire de l'audition humaine ABCD (fig. 2).

L'aire d'audition du sujet considéré n'est plus l'aire normale ABCD, mais est devenue l'aire comprise entre la ligne brisée 67, 62, 50, etc... et la courbe CDA. La différence entre ces deux aires correspond à l'audition perdue.

Ainsi, sur la fréquence 256 V.D., une oreille normale commence à percevoir le son à 24 dbs et ce même ton commence à provoquer la douleur à 139 dbs. Supposons qu'un sujet déficient de l'ouïe ne perçoive le 256 V.D. qu'à 50 dbs,

Sa perte auditive exprimée en dbs sera égale à
 $50 - 24 = 26 \text{ dbs}$

et exprimée en pourcentage de perte auditive :

$$\frac{50 - 24}{139 - 24} \times 100 = 22,6\%.$$

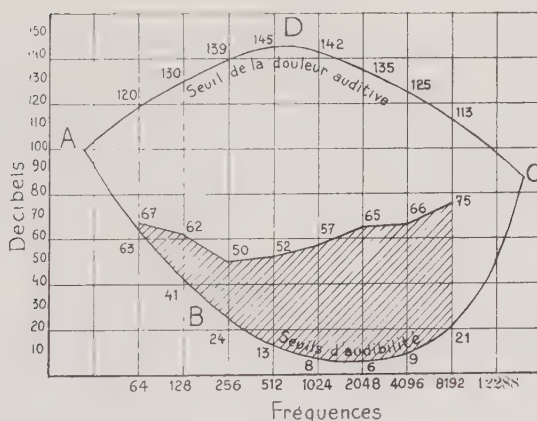


Fig. 2.

Un calcul semblable effectué pour toutes les fréquences du champ audible nous permettrait, à titre d'exemple, de dresser le tableau suivant :

FRÉQUENCES	SEUILS D'AUDIBILITÉ DU SUJET	PERTE AUDITIVE	
		en dbs	en pourcentage
64	67	4	7%
128	62	21	23,6%
256	50	26	22,6%
512	52	39	29,5%
1024	57	49	36,5%
2048	65	59	45,7%
4096	66	57	49,1%
8192	75	54	58,6%

L'Audiogramme ainsi présenté ne permet pas d'obtenir par lecture directe la perte d'audition en dbs

ou en pourcentage. C'est pourquoi les auteurs anglosaxons, utilisent un graphique sensiblement différent. (Fig. 3.)

On trace l'indication des différentes fréquences en abscisse, mais en ordonnée on porte, non plus la valeur absolue du seuil constaté en dbs, mais la diffé-

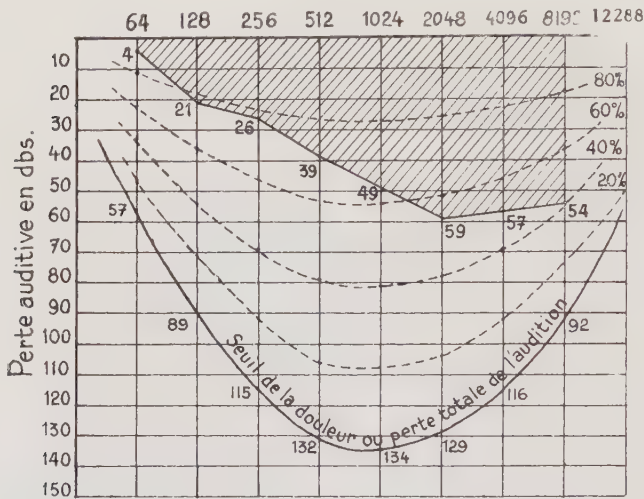


Fig. 3.

rence entre le seuil pathologique et le seuil normal, c'est-à-dire la perte auditive telle que nous l'avons définie plus haut.

Cette présentation des données audiométriques à l'avantage de permettre d'évaluer d'un coup d'œil l'allure générale de la perte auditive (en dbs par référence aux ordonnées et en pourcentage par référence aux courbes pointillées). Il est incontestable que l'interprétation de l'Audiogramme de la fig. 3 est plus facile — ou tout au moins plus rapide — que celle de l'Audiogramme de la fig. 2. Cependant, pour des raisons techniques, un grand nombre d'audiomètres, en particulier les audiomètres construits en Europe, sont gradués en dbs absolus; on doit alors effectuer

le calcul précédent pour établir un Audiogramme à lecture directe (principalement employé aux Etats-Unis).

Les courbes des seuils normaux d'audibilité des Audiogrammes reproduits ci-dessus ne sont valables que pour l'audition par voie aérienne. La courbe des seuils normaux d'audibilité par voie osseuse ne peut être établie qu'en fonction des caractéristiques de l'audiomètre ou de la série de diapasons utilisés. D'ailleurs cette courbe n'a jamais qu'une valeur très relative, étant donné que l'intensité produite par le vibreur dépend de son point d'application sur l'os mastoïde et de la pression avec laquelle il est appliqué.

Les Courbes-types.

On établit l'Audiogramme d'un sujet dans le but de faire apparaître graphiquement la différence exis-

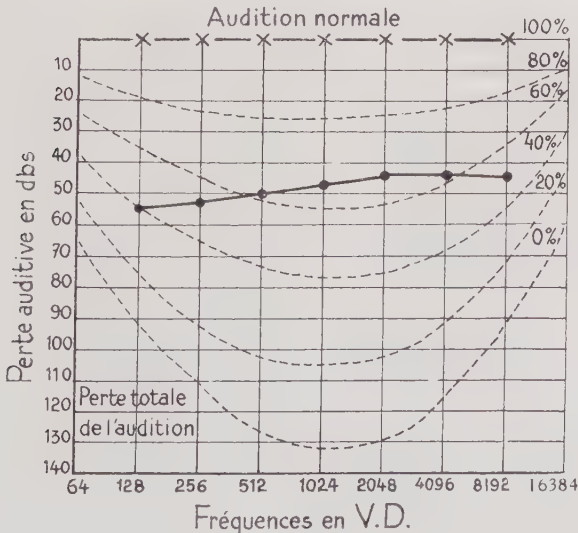


Fig. 4.

tant entre sa courbe auditive et celle d'une oreille normale. De cette comparaison se déduit la localisa-

tion de la lésion en se basant sur la corrélation communément admise d'une part entre la perte de l'audition des sons graves et les lésions de la transmission et, d'autre part, entre la perte de l'audition des sons aigus et les lésions de la perception.

VERN O. KNUDSEN a publié récemment trois audiogrammes-types que nous reproduisons ci-contre.

La fig. 4 représente l'Audiogramme d'un sujet atteint d'une lésion pure de la conduction. L'audition osseuse est intégralement conservée, tandis que l'audition aérienne est diminuée sur toute la longueur du champ; cependant l'acuité auditive est légèrement moins bonne pour les graves que pour les aigus.

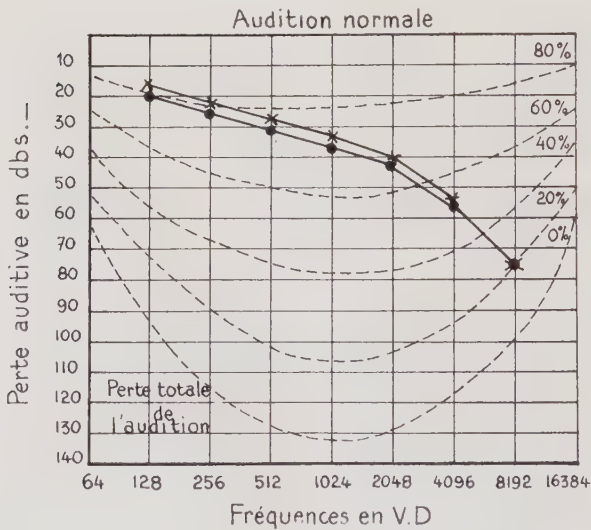


Fig. 5.

La fig. 5 représente l'audiogramme d'un sujet atteint d'une lésion pure de la perception. La conduction osseuse est diminuée dans la même proportion que la voie aérienne et l'acuité auditive — par voie osseuse comme par voie tympanique — est moins bonne pour les aigus que pour les graves.

La fig. 6 représente l'Audiogramme d'un sujet atteint d'une lésion mixte; on remarque une diminution de la conduction osseuse dans les régions

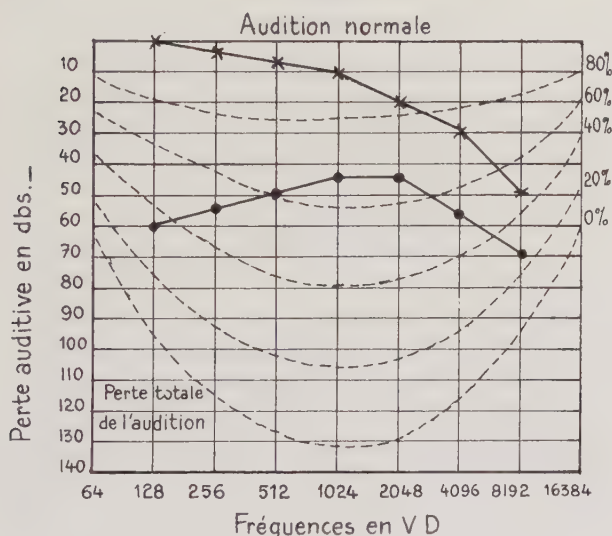


Fig. 6.

aiguës, et une diminution de l'audition tympanique plus sensible à la fois dans les graves et dans les aigus.

On voit ainsi tout l'intérêt que présentent ces trois courbes-types qui d'ailleurs ne sont que la traduction en langage mathématique des notions quantitatives connues depuis longtemps.

Dès l'apparition des premiers audiomètres, on s'est demandé s'il serait possible de perfectionner le système des courbes-types en construisant à l'aide des procédés statistiques des courbes correspondant à chacune des maladies de l'oreille génératrices de surdité. Ceci suppose que, par exemple, les diverses lésions de la transmission : surdité tubo-tympanique, otospongiose strictement stapédienne, etc..., puissent se traduire graphiquement par des courbes distinctes

les unes des autres, mais formant une sorte de famille ayant pour moyenne la courbe-type des lésions conductives (fig. 4).

Jusqu'à ce jour, nous ne croyons pas que de telles courbes-types aient déjà été publiées. Nous indiquons ci-après une méthode permettant d'obtenir des courbes semblables, et nous en ferons une application à l'otospongiose à forme classique, en utilisant les éléments de nos propres observations.

L'AUDIOMETRIE

L'audiométrie n'est qu'un moyen de mesurer l'acuité auditive d'un sujet, afin de pouvoir dresser son Audiogramme. Nous disons que l'audiométrie n'est qu'un moyen..., car contrairement à une opinion assez répandue, on peut très bien en concevoir d'autres. En particulier on peut dresser un Audiogramme en ne disposant que d'une série de diapasons étalonnés; il suffit que les fréquences de la ou des sources sonores soient graduées en octaves et que les intensités, en unités d'intensité physique ou en unités de temps, puissent être converties en unités de sensation ou décibels.

Pour nos observations, nous avons utilisé un Audiomètre de la *Société Industrielle d'Acoustique (S.I.A.C.)* établi sur le principe de l'hétérodyne à battement.

Des lampes à vide analogues à celles utilisées en T.S.F., sont montées de façon à produire directement dans un écouteur téléphonique spécial des courants de fréquence musicales déterminant l'audition de sons purs d'une hauteur réglable à volonté.

On sait que la lampe à vide, dont le modèle le plus simple comporte trois électrodes, peut être utilisée en particulier comme :

amplificatrice de courant électrique soit de haute fréquence musicale,

ou comme :

oscillatrice, c'est-à-dire système producteur d'oscillations électriques, de haute fréquence, celles-ci inaudibles, ou de basse fréquence, c'est-à-dire fréquences musicales audibles, ce qui correspond au but que nous recherchons.

L'Audiomètre S.I.A.C. comporte un système d'oscillateur à battement permettant la production de sons purs, c'est-à-dire dépouillés d'harmoniques dans toute la mesure compatible avec les possibilités actuelles de réalisation pratique.

Le principe de l'hétérodyne à battement est le suivant :

Si l'on considère une oscillatrice donnant une fréquence 100.000 V.D., par exemple, et une oscillatrice réglée sur 103.000 V.D. en faisant « battre » ces deux courants sinusoïdaux dans une détectrice, on obtient à la sortie de celle-ci, outre les fréquences fondamentales, les fréquences de battement :

$$100.000 + 103.000 = 203.000$$

$$103.000 - 100.000 = 3.000$$

La première fréquence est inaudible, mais par contre la fréquence 3.000 est audible.

Pour obtenir une gamme complète de fréquences audibles, il suffit de faire varier, par exemple, les fréquences d'une des oscillatrices de 100.016 à 116.000, ce qui donne les fréquences de battement 16 à 16.000.

Cette variation relative à l'oscillatrice s'obtient par modification du circuit oscillateur.

Les conditions de couplage de la lampe ne sont pas modifiées; par suite, l'amplitude de l'oscillation basse fréquence obtenue ne varie pas au long de la gamme.

En ce qui concerne les harmoniques, on ne peut évidemment pas, sans précaution spéciale, empêcher les deux oscillatrices d'en engendrer. C'est ainsi que la première (fixe) fournira les fréquences 100.000 —

200.000 — 300.000, etc..., et la seconde oscillatrice (variable) fournira les fréquences 103.000 — 206.000 — 309.000, etc... Le « battement » obtenu produira donc non seulement un courant de fréquences 3.000, mais aussi les fréquences :

$$\begin{aligned} 206.000 - 200.000 &= 6.000 \\ \text{et } 309.000 - 300.000 &= 9.000 \text{ etc...} \end{aligned}$$

Pour supprimer ces harmoniques basse fréquence, l'une des deux oscillatrices est filtrée.

En filtrant l'oscillatrice fixe, celle-ci n'envoie plus dans le circuit détecteur qu'une fréquence 100.000 pure et dans ces conditions les harmoniques basse fréquence 6.000 — 9.000, etc..., sont supprimés.

L'Audiomètre se compose d'une caisse métallique isolante contenant les différents dispositifs électriques (lampes, capacités, contacteurs, etc...) qui sont ainsi à l'abri des agents extérieurs.

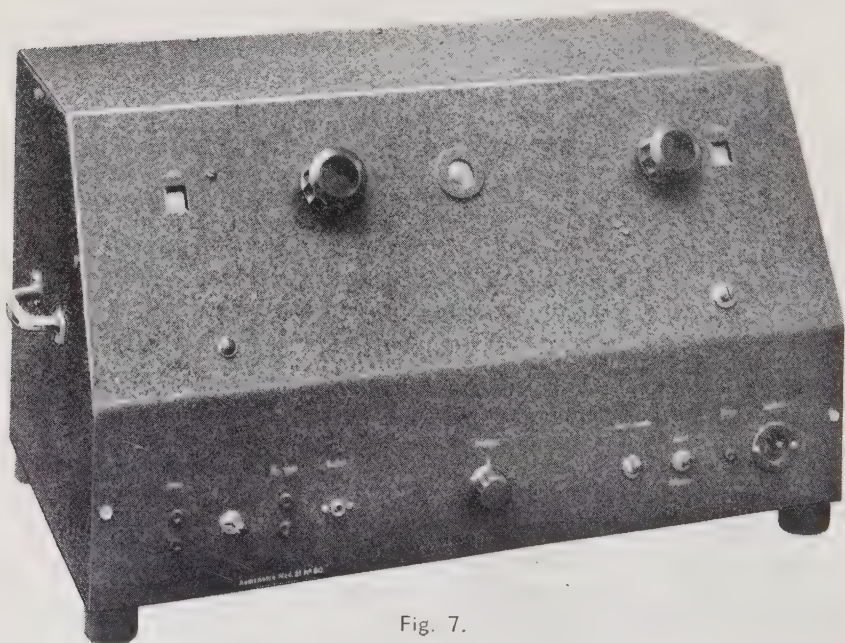


Fig. 7.

Sur la face avant de ce boîtier métallique sont disposés (fig. 7) les cadrans et manettes nécessaires à la manœuvre de l'Audiomètre :

1. — Sélecteur de fréquences : La manœuvre d'un bouton molleté permet de placer successivement les plots d'un contacteur spécial sur les réglages correspondant aux différentes fréquences que l'appareil est susceptible de produire. Celles-ci commencent à 64 v.d. pour aller jusqu'à 12.288 (soit 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 et 12288).

Un voyant apparaissant dans une fenêtre indique la fréquence obtenue.

2. — Variation des intensités : Un cadran mobile gradué en dbs de — 12 à + 104 et actionné par un bouton molleté, permet de faire varier successivement les intensités appliquées à la production des sons.

3. — Un interrupteur silencieux est utilisé par l'opérateur pour couper et rétablir l'audition sans que le sujet puisse entendre aucun claquement et, par conséquent, sans qu'il puisse se rendre compte de la manœuvre effectuée par le Praticien, l'ensemble de l'Audiomètre lui cachant d'autre part ce dernier.

L'appareil comporte également un interrupteur général de mise en marche sur l'arrivée d'alimentation; celle-ci est réalisée sur secteur alternatif, au moyen d'un dispositif convenablement filtré qui supprime pratiquement tous « ronflements » dudit secteur.

Deux prises repérées sont prévues pour le branchement des écouteurs à voie acro-tympanique et des vibrateurs à conduction osseuse. Un inverseur permet de passer instantanément sur l'écoute appropriée.

Du côté opposé au tableau de commande de l'Audiomètre se trouve le dispositif d'audition utilisée par le sujet.

Ce dispositif est constitué par deux écouteurs, l'un électro-magnétique, utilisé pour l'audition des fré-

quences graves (jusqu'à 512 V.D. inclus), le second du type piézo-électrique, spécialement adapté à l'audition des fréquences aiguës (de 1024 à 12.288 V.D.).

Pour l'audition par conduction osseuse, on utilise un vibreur LIEBER constitué essentiellement par un dispositif électro-mécanique à haute sensibilité, actionnant une plaquette à grande surface que l'on applique sur la mastoïde du sujet.

Pour examiner un sujet au moyen de l'Audiomètre, on commence par la fréquence la plus grave, par exemple le 64 V.D., l'intensité la plus faible, de manière que le son produit ne soit pas encore audible. Puis, par la manœuvre progressive du cadran d'intensité on arrive à obtenir l'audition par le sujet qui, à ce moment prévient de la perception du son, au moyen d'un signe convenu à l'avance ou de préférence en actionnant un bouton électrique qui commande un voyant rouge placé sur l'appareil du côté de l'opérateur.

La lecture de l'intensité en décibels se fait directement dans la fenêtre de l'affaiblisseur. Le seuil d'audibilité doit être recherché ensuite en partant d'une intensité nettement perçue par le sujet et en diminuant celle-ci jusqu'à disparition du son.

Il est à remarquer, en effet, qu'il existe une sorte de « décalage » dans la perception, changeant de sens suivant que l'on opère par augmentation de l'intensité ou par diminution de celle-ci. Ce décalage a pour effet de ne faire apparaître le début de la perception que légèrement en dessus du seuil vrai, quand on procède selon la première méthode, alors que, dans la seconde, au contraire, le sujet entend le son au-dessous de la limite réelle, son oreille étant à ce moment accoutumée à l'audition de la fréquence produite. Il s'ensuit donc qu'en répétant alternativement les deux opérations ascendante et descendante

on obtient des résultats assez variables dont il faut déterminer la moyenne.

Du fait de sa construction, l'Audiomètre S.I.A.C. permet l'établissement d'Audiogrammes directs analogues à celui de la fig. 2 ci-dessus. Cependant la nature des recherches que nous avons entreprises nous a conduit, pour la facilité des calculs statistiques, à transcrire les Audiogrammes originaux suivant le modèle américain (fig. 3).

CHAPITRE II

LA CONVERSION DES TEMPS DE DECROISSANCE DU DIAPASON EN UNITES DE SENSATION

Le pourcentage de durée d'audition (hearing duration).

HARTMANN, et à sa suite l'école lyonnaise de LANNOIS, recommandait, pour l'inscription des données acoumétriques obtenues à l'aide de diapasons, l'utilisation d'un graphique dont les ordonnées sont graduées en pourcentage d'audition (fig. 8).

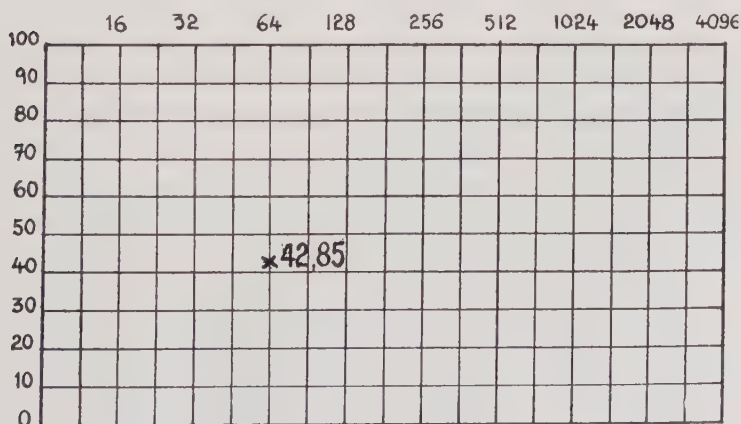


Fig. 8.

Supposons que le diapason D soit entendu pendant a secondes par le praticien (dont l'audition est supposée normale) et pendant b secondes par le sujet,

atteint de surdité. Le pourcentage d'audition du sourd est égal à

$$\frac{b}{a} \times 100$$

Si, à titre d'exemple, le médecin entend le diapason 64 V.D. pendant 35 secondes et le malade pendant 15 secondes seulement, le pourcentage d'audition de ce dernier sera

$$\frac{15}{35} \times 100 = 42,85 \%$$

On repère ce chiffre sur la perpendiculaire du 64 V.D. et, de proche en proche, on obtient une ligne brisée indiquant les pourcentages d'audition pour l'ensemble du champ tonal.

La valeur de ce procédé est évidemment réduite du fait que les diapasons ne sont pas toujours frappés avec la même force. C'est pourquoi Sir JAMES DUNDAS-GRANT, au lieu de mesurer la durée d'audition du malade et celle du médecin, propose de ne tenir compte que de la différence des auditions, c'est-à-dire la durée d'audition du diapason par le médecin à partir du moment où le malade a cessé de l'entendre.

L'auteur utilisait un graphique composé de colonnes d'égale longueur divisées en un nombre de secondes correspondant à la durée normale d'audition de chaque diapason (fig. 9).

Si, par exemple, le diapason 256 V.D. était entendu par le médecin pendant 5 secondes de plus que par le malade; on en déduit que le pourcentage d'audition de ce dernier était de 60%.

Il va sans dire que ce procédé de notation est très supérieur au précédent; toutefois, la notion même de pourcentage de durée d'audition ne présente qu'un intérêt très relatif, étant donné le fait que deux diapasons de même fréquence n'ont jamais exactement la même durée d'audition. En outre, il est certain

qu'il s'est créé pendant longtemps une confusion regrettable entre la durée d'audition du diapason (Hearing-Duration) et l'acuité d'audition elle-même.

C'est ce que Sir JAMES DUNDAS-GRANT n'a pas manqué de souligner lui-même en rappelant que pour que

	C ₂ 16	C ₁ 32	C 64	c 128	c' 256	c ² 512	c ³ 1024	c ⁴ 2048	c ⁵ 4096
100	1	1	1	2		5	2	1	
90	2	2	2	5	1	10	5	2	
	3	3	3	7		15	7	3	
80	4	4	4	9	2	20	10	4	1
	5	5	5	12		25	12	5	
	6	6	6	15	3	30	15	6	
70	7	7	7	17	4	35	17	7	
	8	8	8	19		40	19	8	
60	9	9	9	20	5	45	20	9	2
	10	10	10	22		50	22	10	
50	11	11	11	25	6	55	25	11	
	12	12	12	27		60	27	12	
40	13	13	13	29	7	65	29	13	3
	14	14	14	30		70	30	14	
	15	15	15	32	8	75	32	15	
30	16	16	16	35	9	80	35	16	4
	17	17	17	37		85	37	17	
20	18	18	18	40	10	90	40	18	
	19	19	19	42		95	42	19	
10	20	20	20	45	11	100	45	20	
	21	21	21	47		105	47	21	
0	22	22	22	49					
	23	23	23						
	24	24	24						
	25	20	25	50	12	110	50	20	6

Fig. 9.

le pourcentage de durée d'audition et le pourcentage de l'acuité auditive soient identiques, il faudrait que la décroissance du diapason soit arithmétique au lieu d'être géométrique; par suite, il crut devoir déterminer un procédé permettant de noter, en intensités acoustiques minima perçues, l'acuité auditive d'un sujet.

La décroissance logarithmique du diapason et le pourcentage d'acuité auditive (hearing-power).

Soit a_0 l'amplitude de la vibration au temps t_0 et a l'amplitude au temps t ,

On a, d'après Frederick WOMACK,

$$\frac{a}{a_0} = e^{-\frac{K}{2} t}$$

formule dans laquelle k est une constante caractéristique du diapason considéré.

En élevant les deux termes au carré, on peut écrire

$$a^2 = a_0^2 e^{-kt}$$

Or, l'intensité étant proportionnelle au carré de l'amplitude, on a également

$$I = I_0 e^{-kt}$$

Soit donc un malade A qui entend le diapason jusqu'au temps t_A correspondant à une intensité I_A , et un médecin B qui entend le même diapason jusqu'au temps t_B correspondant à l'intensité I_B ; ou à

$$I_A = I_0 e^{-kt_A}$$

$$I_B = I_0 e^{-kt_B}$$

d'où

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{I_0 e^{-kt_A}}{I_0 e^{-kt_B}} = e^{-k(t_A - t_B)} = e^{k(t_B - t_A)}$$

Soit alors $t = t_B - t_A$, c'est-à-dire la différence entre les temps d'audition du médecin B et du malade A

$$\frac{I_A}{I_B} = e^{kt}$$

ce qui signifie que le rapport des intensités minima perçues, ne dépend aucunement de la puissance de frappe, mais uniquement de la différence des temps constatés.

Pour évaluer k , Sir JAMES DUNDAS-GRANT indique trois méthodes :

- 1° Si $a > 0,5 \text{ mm.}$, il y a possibilité de repérage du déplacement d'un spot tracé sur l'une des branches du diapason au microscope (fig. 10),

On mesure les distances Oa_0 et Oa , ainsi que le temps en secondes nécessité par le passage de l'amplitude a_0 à l'amplitude a .



Fig. 10.

En prenant les logarithmes népériens des deux termes de la formule :

$$\frac{a}{a_0} = e^{-\frac{k}{2} t}$$

ou

$$\text{Log}_e \frac{a}{a_0} = -\frac{k}{2} t$$

d'où

$$-k = -\frac{2}{t} \text{Log}_e \frac{a}{a_0}$$

2° Si $a < 0,5$ mm., ce qui est la règle pour les diapasons 2048 V.D. et 4096 V.D., on peut mesurer les temps requis par un expérimentateur qui se déplace de A vers B, l'intensité du son restant identique dans ces deux positions (fig. 11).

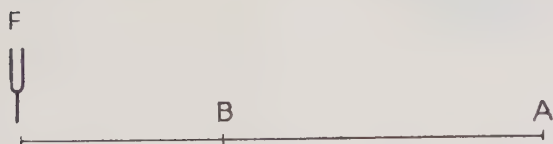


Fig. 11.

On sait, en effet, que l'Intensité I varie comme le carré de l'amplitude a et inversement au carré de la distance d soit donc

$$FA = d_0$$

$$FB = d$$

on a

$$\frac{I}{I_0} = \frac{a^2}{a_0^2} = \frac{d_0^2}{d^2}$$

d_0 et d étant aisément mesurables, on en déduit la valeur rapport $\frac{a}{a_0}$, et par suite la valeur de k en utilisant la formule du paragraphe précédent.

3° On peut enfin, dans tous les cas, utiliser une méthode optique. Il suffit pour cela de diriger un rayon lumineux AB sur un petit miroir concave disposé sur la face externe d'une des branches du diapason, le rayon est réfléchi BC sur un papier noir millimétré (fig. 12).

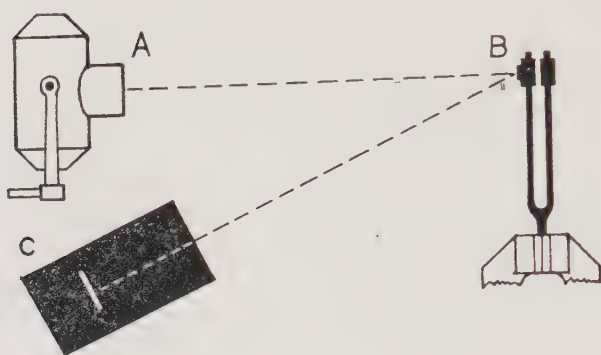


Fig. 12.

Lorsqu'on met le diapason en vibration, le rayon réfléchi inscrit en C une droite lumineuse dont la longueur diminue avec le temps.

Il est facile de mesurer le temps pendant lequel l'amplitude diminue de moitié, ce qui permet de remplacer, dans la formule précédente,

$\frac{a}{a_0}$ par $\frac{1}{2}$ et d'écrire par suite :

$$k = -\frac{2}{t} \quad \text{Log.} \quad \frac{1}{2}$$

Les valeurs de k étant ainsi bien déterminées pour chaque diapason de la série usuelle, on les substitue dans l'équation

$$\frac{I_A}{I_B} = e^{kt}$$

et on obtient par suite pour toutes les valeurs de t , le rapport $\frac{I_A}{I_B}$ qui représente, en intensités, le rapport de l'acuité auditive du malade A à celle du médecin B, c'est-à-dire le pourcentage de l'acuité auditive (hearing-power).

Sir JAMES DUNDAS-GRANT a calculé d'avance, pour la série de diapasons qu'il emploie habituellement, un tableau qui lui permet d'obtenir ce pourcentage, pour chaque diapason et pour chaque valeur du temps t , sans être dans l'obligation de recourir chaque fois à un calcul mathématique.

$t = t_B - t_A$ (durée d'audition du diapason par le mé- decin, après que le malade ait cessé de l'entendre.)	DIAPASONS			
	16	32	64	etc...
0	100 %	100 %	100 %	
1 seconde	91,4 %	87,4 %	71 %	
2 secondes	83,5 %	76,4 %	50,4 %	
3 secondes	76,4 %	63,8 %	35,8 %	
.....				

Que signifie le pourcentage d'acuité auditive $\frac{I_A}{I_B}$?

Dans l'esprit de l'auteur précité, il s'agit d'un rapport donnant la capacité auditive réelle de l'oreille interrogée. Cela nous semble inexact, car ce pourcentage ne tient aucun compte de la loi psycho-physiologique de WEBER-FECHNER, et par suite, ne peut être utilisé pour le but fixé. Un indice, quel qu'il soit, ne vaut que par les conclusions qu'on peut en tirer ou tout au moins par l'image qu'il est susceptible de suggérer. Or, en matière d'acuité auditive, il faut tenir compte de la loi de la décroissance logarithmique de la sensation, si l'on veut que les chiffres notés permettent

d'apprécier la capacité du sujet à percevoir la plupart des sons utiles à la vie sociale et en premier lieu la parole humaine.

Or, en raison du fait que la sensation varie comme le logarithme de l'excitation — ici l'intensité physique du son — il est plus rationnel d'apprécier la capacité d'audition d'un sujet par le nombre de secondes pendant lesquelles il entend le diapason, que par le degré d'intensité des vibrations de ce même diapason au moment où le son n'est plus perçu.

Car la sensation varie proportionnellement au temps et non pas proportionnellement à l'intensité physique. En effet, soit S_0 la sensation auditive correspondant à l'intensité I_0 et S la sensation correspondant à l'intensité I suivant la définition du décibel, on a

$$\frac{S}{S_0} = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \text{ décibels}$$

or,

$$\frac{I}{I_0} = \frac{a}{a_0} = e^{-\frac{k}{2} t}$$

d'où

$$\frac{S}{S_0} = 10 \log_{10} \left(e^{-\frac{k}{2} t} \right) \text{ dbs}$$

Le logarithme népérien de $e^{-\frac{k}{2} t}$ est égal à

$-\frac{k}{2} t$ et le logarithme décimal est égal à

$$\frac{1}{2.303} \times \left(-\frac{k}{2} \right) t$$

d'où

$$\frac{S}{S_0} = 10 \times \frac{1}{2.303} \times \left(-\frac{k}{2} \right) t = -2,171 kt$$

k étant constant pour chaque diapason, on peut écrire

— $2,171 k = D$ (taux constant de décroissance du diapason),
et enfin

$$\frac{S}{S_0} = Dt$$

La sensation auditive est directement proportionnelle au temps de décroissance du diapason.

L'étalonnage du diapason en unités de sensation.

Le problème qui nous préoccupe est identique à celui que s'est posé LOWNES YATES. Cet auteur préconise l'emploi de diapasons étalonnés en une unité spéciale : la « half-intensity period ». Cette unité n'est autre qu'une unité logarithmique de sensation (logarithme de base 2); et, avec HALPIKE, nous pensons qu'il n'y a aucune nécessité de créer une unité logarithmique de base 2, puisque nous disposons déjà d'une unité logarithmique de base 10 universellement acceptée, le décibel, sans compter le neper, unité logarithmique de base e, (qui n'est presque plus utilisée, même en Allemagne).

Nous nous proposons donc de calculer en décibels les temps de décroissance du diapason. Pour cela, on peut utiliser les trois méthodes de DUNDAS-GRANT que nous avons exposées ci-dessus et qui permettent de trouver la valeur constante caractéristique k. La formule

$$\frac{S}{S_0} = - 2,171 kt.$$

permet ensuite de calculer S suivant les valeurs de t.

Cependant, chacune de ces trois méthodes présente d'assez sérieuses difficultés si l'on exige une très grande précision dans les mesures. C'est pourquoi nous avons estimé qu'il était préférable de recourir à une méthode à la fois plus rapide, plus précise et plus simple, et qui est basée sur l'emploi de l'Enregistreur

à caractéristiques logarithmiques, construit par les Laboratoires électrotechniques GEORG NEUMANN et Cie de Berlin (1). Cet appareil permet de suivre et de mesurer les courbes de réponse de tous les phénomènes électriques — et par suite acoustiques — en fonction du temps. Il se présente sous la forme d'une valise (fig. 13) comprenant en particulier un potentiomètre

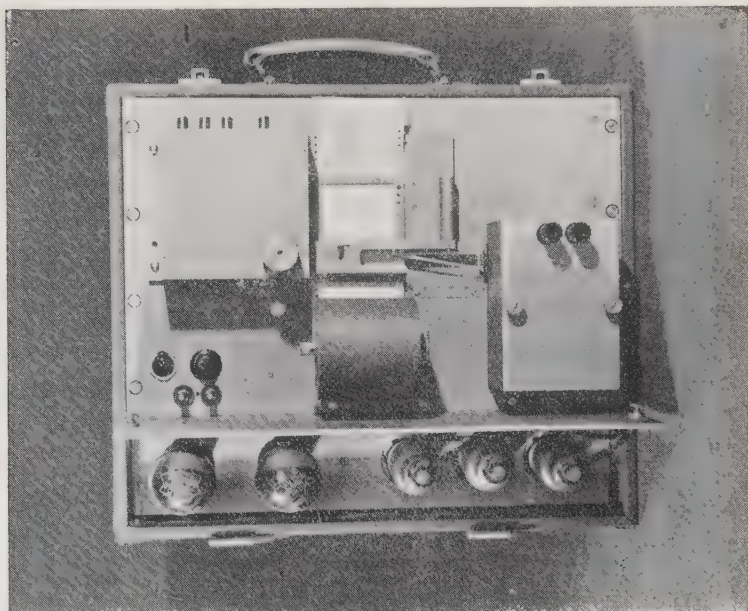


Fig. 13.

gradué en décibels et un dispositif enregistreur sur papier recouvert d'une mince couche de cire. Une boîte de vitesse, manœuvrée par un jeu de boutons à

(1) Cet instrument de mesure nous a été obligeamment prêté par la Maison Gautrat, 141 *ter*, rue Vercingétorix, Paris (XIV^e), que représente en France la firme G. Neumann et Cie.

poussoir, permet de régler la vitesse d'avancement de la bande de papier à 50, 10 ou 1 mm. par seconde.

La fig. 14 représente le schéma de l'appareil que

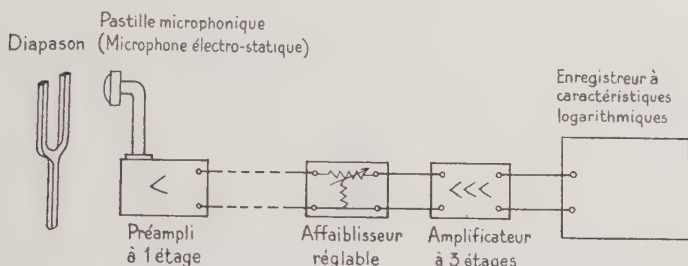


Fig. 14.

nous avons utilisé dans nos recherches. Le diapason étudié est placé à une distance fixe d'une pastille microphonique (électro-statique), laquelle est reliée successivement à un préamplificateur à un étage, un affaiblisseur réglable, un amplificateur à trois étages et enfin à l'enregistreur Neumann.

On fait vibrer le diapason et l'on enregistre la courbe de décroissance sur le papier à la cire. Sur celui-ci des droites parallèles figurent les affaiblissements de 5 en 5 dbs.

Sur la page ci-contre (fig. 15), nous avons reproduisant les courbes de décroissance des diapasons de précision que notre maître, le Dr. L. BALDENWECK, a bien voulu nous confier pour que nous puissions effectuer nos recherches.

On remarquera en premier lieu que, pour les diapasons graves, et en particulier le 64 V.D., la décroissance n'est pas strictement logarithmique, ce qui se traduirait par une droite. Cela peut s'expliquer soit par le fait que dans la formule

$$\frac{a}{a_0} = e^{-\frac{k}{2} t}$$

k n'est pas rigoureusement constant, soit par le fait

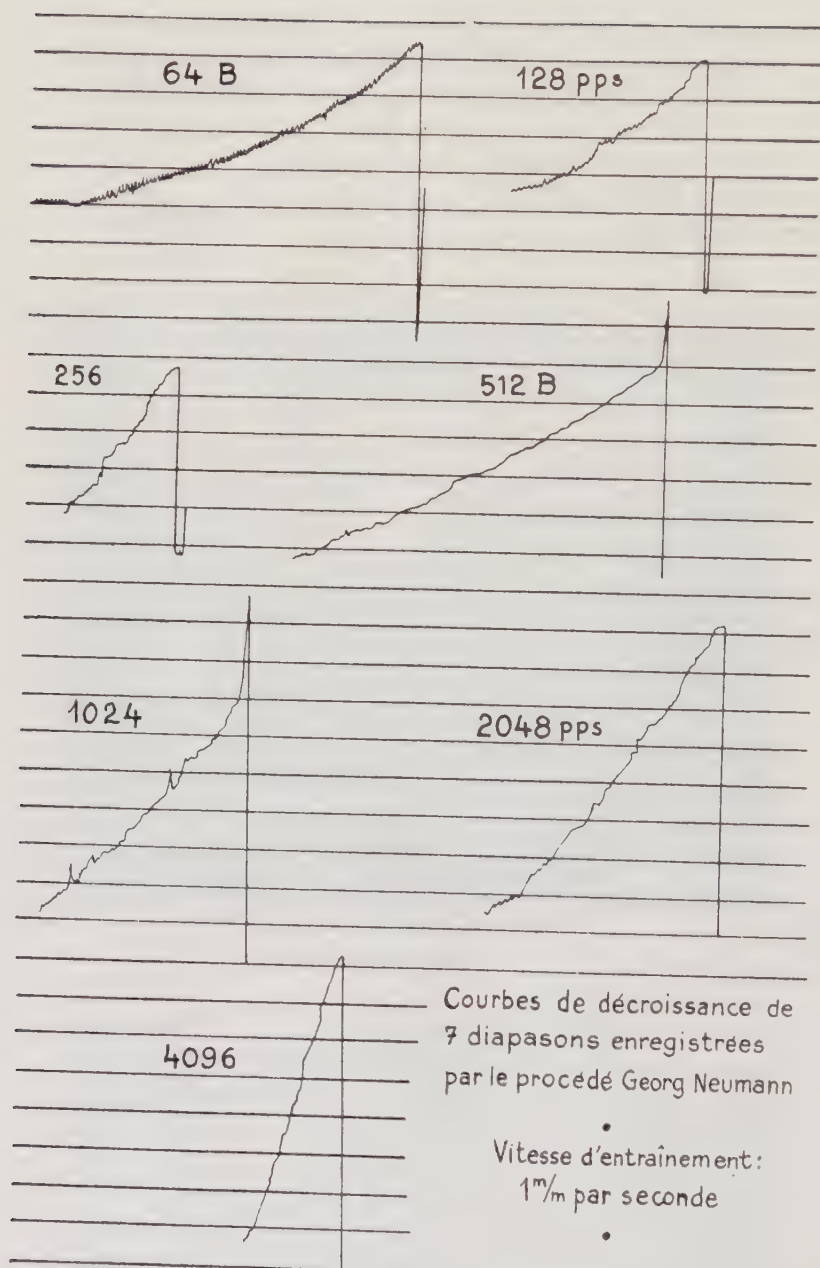


Fig. 15.

que la loi de WEBER-FECHNER ne rend pas exactement compte de la réalité psycho-physiologique. Nous pensons que cette deuxième solution est à retenir.

Quoi qu'il en soit, eu égard au degré de précision qui nous est nécessaire, nous avons pensé qu'il n'y avait aucun inconvénient à effectuer les mesures comme si nous nous trouvions en présence d'une série de droites. Il suffit alors de mesurer au moyen d'une règle le nombre de millimètres (abscisses) qui correspond à une décroissance de 5, de 10, de 15 ou de 20 décibels (ordonnées) suivant l'inclinaison même de la droite. Une simple règle de trois permet ensuite d'obtenir un coefficient que nous dénommerons « coefficient acoumétrique de décroissance de diapason » (C_A) et qui n'est autre que le nombre de décibels dont ledit diapason décroît en une seconde.

Les valeurs de ce coefficient pour les différents diapasons sont les suivantes :

FRÉQUENCES DU DIAPASON	COEFFICIENT ACOUMÉTRIQUE (C_A)
64 V.D.	0.43 dbs/sec
128 »	0.74 —
256 »	1.29 —
512 »	1.75 —
1024 »	1.00 —
2048 »	1.36 —
4096 »	3.50 —

Le coefficient C_A pourrait nous permettre, si cela nous était utile, de déterminer la valeur de la constante k .

En effet, dans l'équation

$$\frac{S}{S_0} = - 2, 171 kt$$

il suffit de noter que lorsque $t = 1$ on a

$$\frac{S}{S_0} = C_A$$

d'où

$$C_A = - 2,171 \text{ k}$$

et

$$k = - \frac{C_A}{2,171}$$

Mais ce calcul ne présente pas d'intérêt pour nous, puisque notre méthode nous a permis d'obtenir direc-

tement les valeurs de $\frac{S}{S_0}$ en fonction de t.

L'établissement de l'Audiogramme au moyen d'une série de diapasons.

Supposons que le diapason 256 V.D. soit entendu pendant 15" par le malade et pendant 45" par le médecin. La différence de temps d'audition est de 45" — 15" = 30" pendant lesquelles le diapason a décréu de

$$30" \times C_A = 30" \times 1,29 \text{ dbs/sec} = 38,7 \text{ décibels}$$

Donc, le malade présente une déficience auditive de 38,7 décibels par rapport au médecin (1).

En effectuant le même calcul pour chaque diapason, on obtient une série de chiffres que l'on peut reporter soit sur un Audiogramme du modèle européen

(1) Il faut tenir compte de l'écart probable dû au manque de précision des mesures initiales.

Ainsi dans l'exemple considéré, on peut admettre que les durées de perception étaient :

par le malade supérieure à 12,5" et inférieure à 17,5"
par le médecin supérieure à 42,5" et inférieure à 47,5"

Il y a donc, dans un cas comme dans l'autre, un écart probable de $\pm 2,5"$, ce qui correspond à

$$\pm 2,5" \times 1,29 = \pm 3,2 \text{ dbs}$$

Quant à la déficience auditive du malade, elle est, en admettant l'écart probable ci-dessus,

$$38,7 \pm 2 \times 3,2 = 38,7 \pm 6,4 \text{ dbs}$$

c'est-à-dire comprise entre 32,1 et 45,1 dbs,

(fig. 2), soit sur un Audiogramme du modèle américain (fig. 3). Cet Audiogramme est alors pleinement comparable à celui que l'on peut dresser avec un Audiomètre.

CHAPITRE III

L'AUDIOGRAMME-TYPE DE L'OTOSPONGIOSE

La courbe audiométrique de l'otospongiose d'après les auteurs.

La littérature audiométrique n'est pas encore très abondante; toutefois, un certain nombre d'auteurs ont publié des audiogrammes — de cas d'otospongiose en particulier — qui paraissaient avoir été soigneusement dressés et auxquels il est possible de se référer.

Ci-contre (fig. 16) nous reproduisons quelques

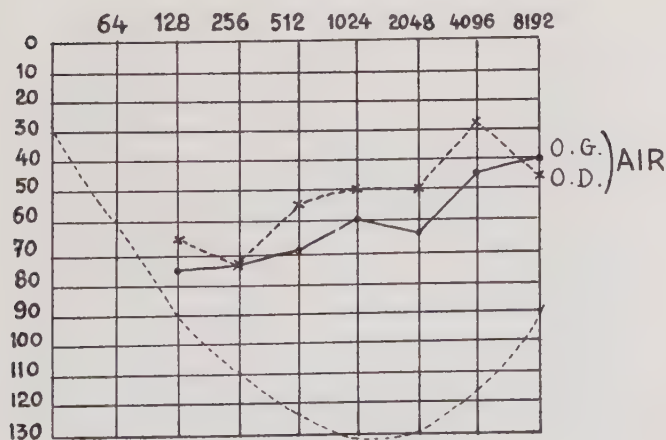


Fig. 16.

courbes qui nous ont semblé intéressantes à divers titres :

a) Charles DEVAUX (1) a, le premier en France, consacré sa thèse de doctorat aux questions audiométriques. Parmi ses observations, on relève une courbe d'otospongiose (page 74) qui indique un abaissement de l'audition des graves conforme à la théorie classique.

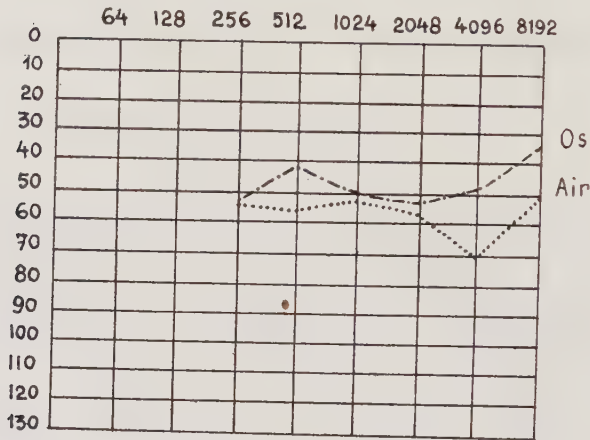


Fig. 17 a. — O.D.

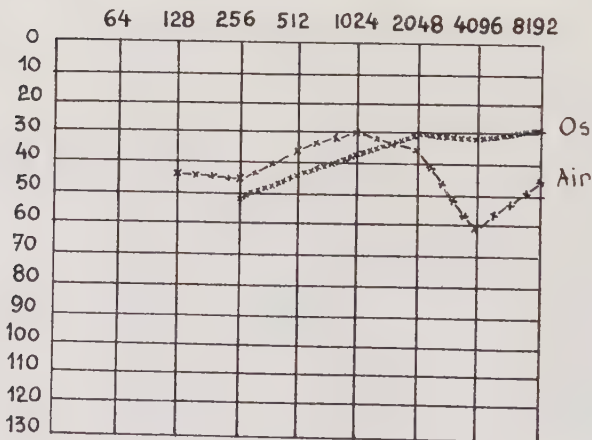


Fig. 17 b. — O.G.

(1) Charles DEVAUX : « Un procédé nouveau d'Acou-métrie. Recherche d'une unité d'intensité sonore ». Thèse pour le Doctorat en Médecine, Paris 1928.

Il est à noter que les observations de DE-
VAUX ont été entreprises au moyen d'un Audio-
mètre de la *Western Electric Co.*

b) MM. YVES et BARRAT (2) de l'Hôpital Ste-Anne,
Toulon, qui disposent d'un Audiomètre *Siac*,

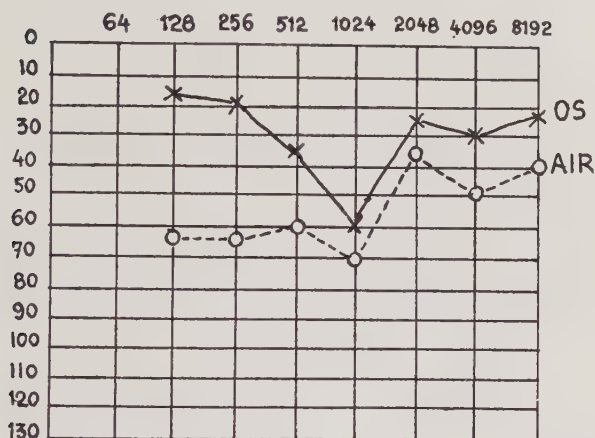


Fig. 18 a. — O.D.

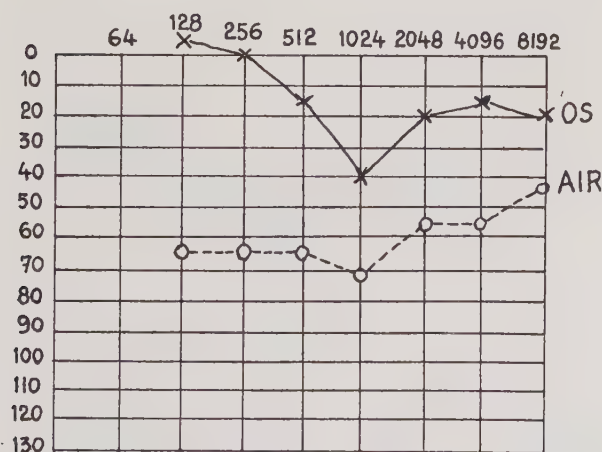


Fig. 18 b. — O.G.

(2) YVES et BARRAT : « Quelques réflexions sur l'Audio-
métrie », in *Revue de Laryngologie, Otologie, Rhinologie*,
n° 4, avril 1937.

ont publié entre autres audiogrammes celui d'une otospongiose du type^a habituel, sans atteinte labyrinthique.

Ils remarquent « une déficience importante de l'audition par voie aérienne et par voie osseuse pour toutes les fréquences, mais surtout pour celles qui sont aux deux extrémités de l'échelle tonale », ce qui est en contradiction non seulement avec la théorie, mais encore avec toutes les autres observations rapportées dans ce chapitre (3).

- c) Vern O. KNUDSEN (4) a reproduit l'Audiogramme d'une otospongiose établi au moyen d'un Audiomètre *Sonotone*. On remarque en particulier

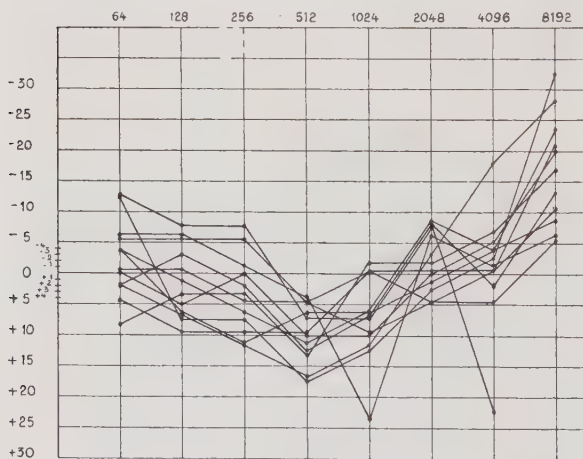


Fig. 19.

(3) Les Audiogrammes d'YVES et BARRAT sont établis sur le modèle « européen ». Pour la facilité des comparaisons, nous les avons transposés sur le modèle « américain ».

(4) Vern O. KNUDSEN, « Audiométry ». Elmsford, N. Y. 1937.

le trou auditif de la fréquence 1024 VD ainsi que la forme générale de la courbe aérienne qui se rapproche de celle publiée par DEVAUX.

- d) HELEN F. SCHICK et MAX A. GOLDSTEIN (5) ont pu audiométriser un grand nombre de sujets d'une même « fratrie » otospongieuse. Il est intéressant de se rendre compte de l'allure de la courbe moyenne de l'audition des divers membres de la famille, c'est-à-dire de dresser l'audiogramme moyen. Pour cela il suffit de rapporter les déficiences auditives sur chaque fréquence à la moyenne de la déficience auditive

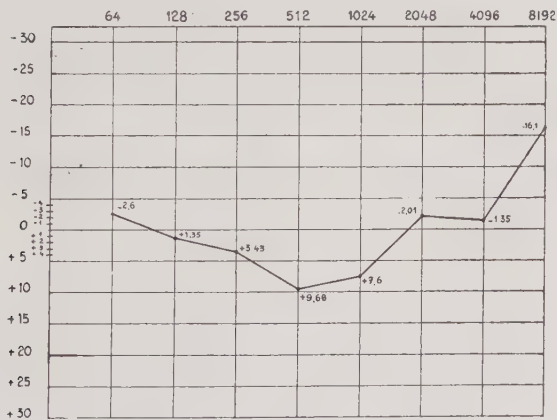


Fig. 20.

et de transcrire ensuite les différentes courbes sur le même graphique.

- e) En prenant ensuite la moyenne des écarts de chacune des courbes, on obtient l'audiogramme type suivant :

(5) Helen F. SCHILCK et Max. A. GOLDSTEIN : « Genetics in Otoscléroses », in the *Laryngoscope*, n° 10, octobre 1936.

FRÉQUENCES	ÉCART à la moyenne de l'acuité auditive sur chaque fréquence (en dbs)
64	+ 2,6
128	— 1,35
256	— 3,43
512	— 9,68
1024	— 7,6
2048	+ 2,01
4096	+ 1,35
8192	+ 16,1

Il apparaît que dans la fratrie considérée, l'otospongiose se caractérise par l'abaissement de l'acuité auditive sur les fréquences moyennes; les fréquences aiguës et les fréquences graves sont relativement mieux perçues, notamment en ce qui concerne les premières.

Cette constatation nous semble être d'importance primordiale.

OBSERVATIONS

Nous avons eu l'occasion d'examiner, dans le service du Docteur BALDENWECK au nouvel Hôpital Beaujon de Clichy, dix sujets atteints d'otospongiose. Nous avons consigné sur nos fiches les résultats de l'examen audiométrique (effectué au moyen d'un Audiomètre *Siac*) et ceux de l'examen acoumétrique classique (effectué au moyen d'une série de diapasons de précision appartenant au Docteur BALDENWECK, et préalablement étalonnés suivant la méthode exposée au chapitre précédent).

OBSERVATION I

Germaine M..., 26 ans.

Dit avoir été sourde dès son jeune âge. Une grossesse survenue il y a six ans n'a eu aucun effet sur l'audition.

Pas de bourdonnement.

Paracousie de Willis.

Paracousie de Bonnier.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
1 mètre	voix chuchotée	0,5 mètre
0,10	montre	0,20
20		30
—	Rinne (128)	—
55		60
XX	Limite supérieure	XX
	Weber	→

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	+ 30	+ 35	— 30	— 25	+ 19	+ 19
128	+ 50	+ 30	— 30	— 30	+ 15	+ 20
256	+ 20	+ 30	— 20	— 20	+ 28	+ 25
512	+ 60	+ 70	— 15	— 15	+ 35	+ 7
1024	+ 45	+ 30	— 20	— 25	+ 43	+ 48
2048	+ 30	+ 20	— 15	— 30	+ 41	+ 34
4096	0	+ 5	— 15	— 35	+ 38	+ 45

OBSERVATION II

Renée M..., 18 ans.

Père et mère durs d'oreille (pas par otospongiose).

Elle entend des sons sans pouvoir leur donner un sens.
Bourdonnements apparus à la puberté (vers 13-14 ans). Les
bourdonnements sont allés en s'accroissant jusqu'à l'âge de
16 ans.

Paracousie de Willis.

Paracousie de Bonnier.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
3 mètres contact	voix chuchotée montre	3 mètres 0,05
12		15
—	Rinne (128)	—
17		20
XVI	Limite supérieure	XV

Examen acoumétrique				Examen audiométrique		
Différence de durée d'audition entre l'examinateur et le sujet (en secondes)				déficience en décibels		
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	+ 35	+ 30	— 25	— 13	+ 41	+ 48
128	+ 60	+ 30	— 75	+ 25	+ 55	+ 30
256	+ 30	+ 30	+ 5	+ 5	+ 63	+ 50
512	+ 90	+ 45	+ 40	+ 35	+ 47	+ 52
1024	+ 45	+ 30	— 25	+ 20	+ 40	+ 45
2048	+ 25	+ 28	— 15	+ 2	+ 51	+ 46
4096	+ 3	+ 7	+ 2	0	+ 47	+ 69

OBSERVATION III

Charlotte V..., 19 ans.

Pas d'antécédents héréditaires, mais sa sœur est sourde.

Hypoacousie à droite et bourdonnements à gauche, accentués à la puberté.

Il y a un an, salpingite sans aggravation de la surdité.

Paracousie de Bonnier.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
0,30	Voix chuchotée	2 mètres
0	Montre	0,15
12		20
—	Rinne (128)	—
45		50
XX	Limite supérieure	XX
←	Weber	

a Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64		+ 35	— 60	— 45	+ 53	+ 30
128	+ 65	+ 35	— 30	— 15	+ 45	+ 25
256	+ 35	+ 20	0	0	+ 58	+ 32
512	+ 75	+ 45	+ 15	+ 15	+ 65	+ 39
1024	+ 40	+ 25	+ 15	+ 10	+ 67	+ 41
2048	+ 35	+ 15	+ 15	+ 10	+ 76	+ 42
4096		+ 5			+ 89	+ 65

OBSERVATION IV

Eliane M..., 31 ans.

Père sourd depuis l'âge de 30 ans.

Surdité apparue à 20 ans, notamment à l'oreille gauche.

Bourdonnements presque continuels, plus particulièrement accentués au réveil. Etat aggravé aux époques menstruelles.

Paracousie de Willis.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
5 mètres	Voice chuchotée	1 mètre
0,20	Montre	0
25		15
—	Rinne (128)	—
30		45
XIX	Limite supérieure	XIX
Indif.	Weber	Indif.

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64		+ 30	— 25	— 30	+ 6	+ 6
128	+ 45	+ 55	— 15	— 15	+ 15	+ 15
256	+ 30	+ 40	— 10	— 2	+ 40	+ 40
512	+ 70	+ 60	+ 30	+ 25	+ 52	+ 57
1024	+ 48	+ 35	+ 15	+ 25	+ 45	+ 40
2048	+ 35	+ 20	+ 5	+ 10	+ 41	+ 36
4096	+ 15	+ 7	+ 15	+ 12	+ 57	+ 52

OBSERVATION V

Hélène B..., 50 ans.

Antécédents héréditaires : une tante sourde (branche paternelle). Surdité progressive apparue brusquement à 30 ans. Influence défavorable des époques menstruelles.

Aggravation à la ménopause (  47 ans).

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
0,20	Voix chuchotée	0,05
0	Montre	0
10		10
—	Rinne (128)	—
15		25
Indif,	Weber	Indif,

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	+ 30	+ 35	— 70	— 160	+ 41	+ 58
128	+ 40	+ 30	— 40	— 95	+ 48	+ 60
256	+ 30	+ 25	— 45	— 85	+ 65	+ 73
512	+ 85	+ 83	— 60	— 105	+ 83	+ 87
1024	+ 40	+ 30	— 90	— 100	+ 78	+ 80
2048	+ 30	+ 40	— 105	— 87	+ 79	+ 76
4096	+ 10	+ 5	— 55	— 58		

OBSERVATION VI

Jeanne C..., 28 ans.

Aucun antécédent héréditaire.

Surdité bilatérale (prédominante à droite), ayant débuté à la suite d'un accouchement à 23 ans. Aggravation depuis deux ans. Les périodes menstruelles n'ont aucune influence.

Paracousie de Willis.

Paracousie de Bonnier.

Examen otoscopique : légère otite adhésive.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
0,50	Montre	0,80
10		12
—	Rinne (128)	—
45		35
XX	Limite supérieure	XX
←	Weber	

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	+ 43	+ 48	— 40	— 33	+ 26	+ 28
128	+ 35	+ 22	— 30	— 30	+ 37	+ 19
256	+ 20	+ 15	— 20	— 20	+ 46	+ 24
512	+ 65	+ 32	— 25	— 25	+ 72	+ 59
1024	+ 30	+ 25	— 20	— 15	+ 67	+ 53
2048	+ 15	+ 15	— 25	— 15	+ 46	+ 40
4096	+ 5	+ 5	— 10	— 15	+ 53	+ 45

OBSERVATION VII

Julia L..., 62 ans.

Aucun antécédent héréditaire ou collatéral.

Surdité apparue brusquement vers la quarantaine, très aggravée par la ménopause.

Bourdonnements (surtout à gauche).

Paracousie de Willis.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
0,20 contact	Voix chuchotée	0,50 contact
7	Montre	11
—	Rinne (128)	—
25		20
VII	Limite supérieure	XIII
Indif.	Weber	Indif.

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64			0	+ 15	+ 51	+ 32
128	+ 64	+ 60	— 20	+ 15	+ 47	+ 35
256	+ 50	+ 35	— 10	0	+ 68	+ 44
512	+ 112	+ 82	+ 30	+ 60	+ 92	+ 65
1024	+ 51	+ 40	+ 25	+ 30	+ 87	+ 68
2048	+ 34	+ 35	+ 15	+ 10	+ 64	+ 46
4096	+ 13	+ 10	+ 2		+ 83	+ 74

OBSERVATION VIII

Lucienne S..., 32 ans.

Père sourd (oreille gauche) depuis l'âge critique.

Surdité progressive ayant débuté à gauche à la puberté (14 ans). Aggravation aux époques des règles et lors d'une grossesse à 25 ans. Stabilisation depuis l'accouchement. Bourdonnements continus à gauche.

Paracousie de Willis.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
6 mètres	Voix chuchotée	0,50
0,25	Montre	0,10
25		8
—	Rinne (128)	—
35		25
XX	Limite supérieure	XX
	Weber	→

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	+ 35		— 20	— 25	+ 28	+ 26
128	+ 30	+ 40	— 20	— 20	+ 15	+ 40
256	+ 20	+ 30	— 10	— 15	+ 20	+ 48
512	+ 40	+ 70	— 15	— 15	+ 42	+ 62
1024	+ 35	+ 35	+ 15	— 10	+ 40	+ 55
2048	+ 20	+ 30	0	— 2	+ 26	+ 39
4096	+ 5	+ 7	+ 2	0	+ 52	+ 40

OBSERVATION IX

Marie N..., 42 ans.

Pas d'antécédents héréditaires ni collatéraux.

Surdité plus accentuée à gauche, ayant débuté à la puberté. Aggravation aux époques menstruelles.

Paracousie de Willis.

Paracousie de Bonnier.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
0	Voix chuchotée	0
contact	Montre	0
60		50
—	Rinne (128)	—
70		70
XVI	Limite supérieure	XIV
Indif.	Weber	Indif.

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	0	+ 20	— 35	+ 5	+ 36	+ 41
128	+ 55	+ 30	— 15	— 15	+ 45	+ 55
256	+ 10	+ 20	— 15	— 20	+ 55	+ 72
512	+ 25	+ 50	— 20	— 15	+ 92	+ 92
1024	+ 40	+ 35	— 20	— 20	+ 85	+ 100
2048	+ 25	+ 40	— 15	— 20	+ 81	+ 81
4096	+ 2	+ 8	— 10	— 7	+ 87	+ 87

OBSERVATION X

Madame de B..., 24 ans.

Hypoacousie ayant débuté lors d'une grossesse à 20 ans.

Influence défavorable de séjours à la mer et de la fatigue.

Les époques menstruelles sont sans effet sur la surdité. Quelques bourdonnements à droite.

Paracousie de Willis.

Paracousie de Bonnier.

Examen otoscopique : normal.

Examen acoumétrique :

O.D.		O.G.
6 mètres contact	Voix chuchotée	6 mètres
40	Montre	0,06
—	Rinne (128)	40
55	Weber	50
XX	Limite supérieure	XX
←		

Examen acoumétrique					Examen audiométrique	
Différence de durée d'audition entre l'examineur et le sujet (en secondes)					déficience en décibels	
Air			OS		Air	
	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.	O.D.	O.G.
64	+ 45	+ 10	— 25	— 55	+ 19	+ 2
128	+ 25	+ 20	— 25	— 20	+ 3	+ 9
256	+ 30	+ 20	— 5	— 10	+ 20	+ 18
512	+ 60	+ 50	+ 30	+ 30	+ 41	+ 37
1024	+ 20	+ 20	+ 20	+ 20	+ 47	+ 29
2048	+ 15	+ 25	— 10	+ 15	+ 32	+ 36
4096	+ 7	+ 3	+ 4	0	+ 53	+ 39

On remarquera sans doute que les dix observations que nous présentons concernent uniquement des malades du sexe féminin. En effet, il nous a semblé qu'il était préférable de sélectionner ainsi des otospongioses incontestables, l'influence des phénomènes sexuels apportant au diagnostic un élément complémentaire d'une sécurité quasi-absolue.

D'autre part, nous tenons à préciser quelques points concernant l'examen audiométrique, tel que nous l'avons effectué. De même que pour l'examen acoumétrique classique au moyen des diapasons, nous avons cru devoir ne pas nous contenter de repérer le chiffre en db's indiquant le seuil d'audibilité aux diverses fréquences. L'expérience nous a prouvé que les Audiomètres, quels que soient les perfectionnements dont ils ont été munis, peuvent parfois varier sous l'influence de facteurs que nous n'avons pu déterminer. Mais ces variations ne peuvent évidemment affecter que l'intensité totale des sons émis et non pas l'intensité relative ; autrement dit, l'échelle décibelométrique est toujours exacte, seul le 0 db. peut

être déplacé. Par suite, il est préférable de toujours comparer l'audition du sujet à l'audition de l'examineur (1). Les déficiences en db's que nous avons indiquées ci-dessus constituent donc une mesure relative de la déficience. En ce sens, elles sont pleinement comparables aux déficiences en db's obtenues au moyen des diapasons, telles que nous les calculerons plus loin.

En l'absence d'une courbe des seuils de la conduction osseuse absolue, il nous a semblé qu'il y avait lieu de renoncer à indiquer dans ce travail, les seuils expérimentaux que nous avons obtenus. Et cela notamment parce que nous ne disposons pas d'un moyen pratique d'application du vibreur sur l'os mastoïde sous une force constante. Il y a là un domaine de recherches extrêmement intéressantes, mais aussi extrêmement délicates, qui nous auraient entraînés fort loin en dehors de l'objet de nos travaux.

(1) On estimera, sans doute, que du moment que les Audiomètres ne permettent pas une mesure pleinement objective, leur valeur au point de vue des études psychotechniques ou médicales est pratiquement nulle. Ce n'est cependant pas notre pensée. Il en est des Audiomètres comme de tous les instruments de mesure. Ils ne sont pas absolument infaillibles, mais ils présentent de grands avantages sur les diapasons : économie de temps, maniement plus commode, possibilité d'augmenter ou de diminuer à volonté la puissance sonore, etc... La seule critique que nous serions sans doute en droit de faire aux constructeurs, est l'absence de tout moyen de contrôle. On sait que le mètre étalon du Conservatoire des Arts et Métiers varie avec la température, mais les physiciens qui en ont la charge peuvent par le calcul rectifier sa longueur, en sorte que si le mètre concret n'a presque jamais exactement la longueur du mètre abstrait, ce dernier est toujours assez facilement mesurable. De même, en matière otologique, peu importe que le 0 db. de l'Audiomètre soit, en fait, + 0,125 ou — 0,125 db's., pourvu qu'il soit possible de calculer aisément cette valeur et, par ce moyen, de corriger tous les seuils d'audibilité constatés.

Nous ne publions pas ici les graphiques afférents à chacun des tableaux d'audition de nos observations, car cela ne présente pas d'intérêt pratique. Notre but est de construire une courbe-type et non d'examiner un ensemble de courbes individuelles (ce qui, d'ailleurs, ne pourra être réalisé avec fruit que lorsque le problème de l'audiogramme type de l'otospongiose sera résolu). Pour la détermination de cette courbe-type, nous avons utilisé la méthode statistique classique, qui consiste à remplacer chaque donnée numérique par l'écart à la moyenne correspondant. A titre d'exemple, nous indiquons ci-dessous le détail du calcul pour l'Observation I.

**Examen acoumétrique (au diapason).
(Oreille droite.)**

DIAPASONS	L'examineur entend le diapason pendant :	Le sujet entend le diapason pendant :	Par suite, l'examineur entend le diapason pendant x secondes, après que le sujet a cessé de l'entendre.	Exprimée en dbs., cette différence est de X a (C _a) (1)
64	60"	30"	+ 30"	+ 12,9
128	75"	25"	+ 50"	+ 37
256	45"	25"	+ 20"	+ 25,8
512	90"	30"	+ 60"	+ 105
1024	65"	20"	+ 45"	+ 45
2048	60"	30"	+ 30"	+ 40,8
4096	15"	15"	0"	0
Total				266,5 7
				56 38

La moyenne de la différence d'audition exprimée en dbs est donc de 38 dbs environ. Pour calculer les

écarts à la moyenne, il suffit de retrancher 38 de chacun des chiffres de la dernière colonne.

On obtient alors la série suivante :

DIAPASONS	ÉCARTS MOYENS (en dbs)
64	— 25,1
128	— 1
256	— 12,2
512	+ 67
1024	+ 7
2048	+ 2,8
4096	— 38

Ces chiffres permettent l'établissement d'un audiogramme d'ordre « relatif » (fig. 21), c'est-à-dire indiquant l'allure générale de la courbe, ou, pour nous exprimer d'une manière plus précise, la courbure.

Après avoir dressé les courbes de nos dix observations, nous nous sommes aperçus que la déficience auditive sur le 512 VD était partout considérable. Il ne peut s'agir d'un phénomène physiologique (on verra plus loin que les audiogrammes obtenus au moyen de l'Audiomètre ne présentent pas la même caractéristique), mais très probablement d'une erreur commise dans l'évaluation du coefficient acoumétrique C_a (1) : soit que le diapason 512 VD ait, aux faibles intensités, un amortissement plus lent que ne l'indique la formule de WOMACK, soit que l'étau sur lequel nous l'avons fixé, pour effectuer la mesure de l'amortissement, n'ait produit une résonance susceptible de fausser cette mesure. Nous avons refait l'ex-

(1) C_a est le coefficient acoumétrique dont nous avons donné la définition au chapitre précédent.

périence plusieurs fois sans pouvoir déterminer avec certitude la cause de l'erreur, et, ce qui est plus curieux, sans pouvoir obtenir une valeur différente de l'amortissement. En conséquence, nous avons purement et simplement supprimé cette fréquence pour l'établissement de la courbe type ci-après.

Pour dresser un audiogramme-type de l'Otospongiose, nous disposons de trois groupes d'éléments différents :

- 1° Les audiogrammes — calculés au moyen d'une série de diapasons — des observations que nous présentons dans ce travail.
- 2° Les audiogrammes provenant des mesures audiométriques directes des mêmes observations.
- 3° Enfin — comme contre-épreuve — les audiogrammes publiés par SCHICK et GOLDSTEIN, dont nous avons exposé plus haut tout l'intérêt.

En comparant les audiogrammes moyens de ces trois groupes d'audiogrammes, nous serons amenés à constater leur similitude, ce qui nous permettra de calculer une nouvelle courbe moyenne que nous pourrions adopter comme une approximation suffisante dans la pratique de l'audiogramme-type de l'Otospongiose.

En ce qui concerne l'audiogramme-moyen des mesures effectuées sur nos observations par la méthode classique (diapasons), il suffit de calculer la moyenne des différentes courbes d'écart à la moyenne, analogues à la fig. 21. On procède pour cela comme indiqué précédemment (audiogramme-type de la fratrie de SCHICK et GOLDSTEIN).

On obtient les valeurs suivantes :

FRÉQUENCES	ÉCARTS MOYENS en dbs
64	— 23,4
128	— 13,4
256	— 7,5
512	+ 73,5
1024	— 5,3
2048	— 6,1
4096	— 17,8

Pour les raisons exposées ci-dessus, nous ne tiendrons pas compte de l'écart moyen sur la fréquence 512 VD, car le chiffre de + 73,5 est évidemment er-

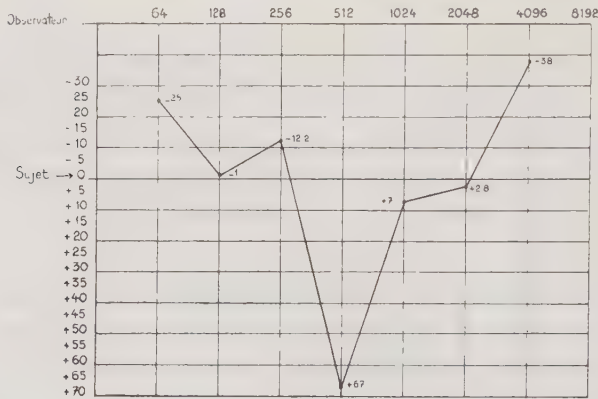
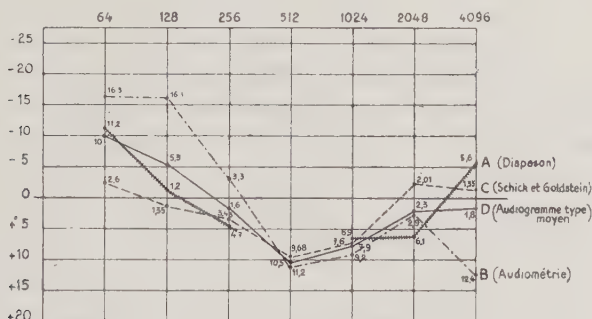


Fig. 21.

roné. Par suite, il y a lieu, pour permettre les comparaisons, de calculer à nouveau les écarts moyens pour toutes les fréquences, hormis la 512 VD, on trouve :

FRÉQUENCES	ÉCARTS MOYENS en dbs
164	— 11,2
128	— 1,2
256	+ 4,7
1024	+ 6,9
2048	+ 6,1
4096	— 5,6

Ces valeurs de l'écart moyen se trouvent reproduites graphiquement sur la fig. 22 (courbe A).



F.g. 22.

En procédant de même au moyen des résultats de l'examen audiométrique, on obtient les valeurs suivantes (fig. 22, courbe B) :

FRÉQUENCES	ÉCARTS MOYENS en dbs
64	— 16,3
128	— 16,1
256	— 3,3
512	+ 11,2
1024	+ 9,2
2048	+ 2,9
4096	+ 12,4

Enfin, sur la même figure 22, nous avons retracé (courbe C) la courbe moyenne des audiogrammes de SCHICK et GOLDSTEIN (voir fig. 20).

Les courbes A.B. et C. présentent, ainsi qu'on peut en juger du premier coup d'œil, une frappante analogie. Le seul point discordant se trouve sur la fréquence 4096 VD; il semble d'ailleurs que le résultat obtenu par Audiométrie (courbe B) doit être considéré comme inexact, du fait des difficultés de l'examen sur cette fréquence en raison de la longueur d'onde très courte du 4096 VD et de l'impossibilité

pratique de placer l'écouteur à voie aéro-tympanique à une distance constante de la membrane tympanique.

En prenant la moyenne des notations des courbes A. B. et C. sur chaque fréquence, on obtient une courbe D qui peut être considérée comme *un audiogramme-type de l'otospongiose*, ou tout au moins comme une très bonne approximation de l'audiogramme-type idéal (courbe D).

Cette courbe présente les caractéristiques suivantes :

- 1° La déficience auditive aux sons aigus est plus accentuée que la déficience auditive aux sons graves (ce qui est contraire à la théorie classique).
- 2° La déficience auditive est plus accentuée dans les régions moyennes du spectre (ce que la théorie classique ne prévoit pas). Cette constatation est d'autant plus importante que ce sont ces régions moyennes (256 à 1024 VD) qui contiennent la zone du langage parlé.

Ce sont là deux précisions que nous sommes en droit de considérer comme particulièrement intéressantes. La lésion de conduction — et notamment l'ankylose stapédiennne — n'a pas pour effet la diminution de l'acuité auditive aux sons graves; en réalité, c'est le phénomène inverse qui se produit. Cela signifie-t-il que le troisième axiome de la triade de BEZOLD est erroné ? Non pas, car la triade consacre toute sa valeur clinique; l'examen acoumétrique étant effectué au moyen d'une série de diapasons, *tout se passe* comme si, en matière d'otospongiose, l'audition des graves était diminuée. Mais il n'en est pas ainsi du point de vue physiologique, l'audiogramme-type de l'otospongiose, exprimé en unités de sensation, présente des caractéristiques plus complexes.

Ajoutons que nos calculs statistiques, n'ont qu'une valeur relative étant donné le nombre assez réduit d'observations présentées dans ce travail. Il est certain qu'il serait utile d'examiner au double point de vue de l'acoumétrie classique et de l'audiométrie un très grand nombre de malades, afin de pouvoir donner à l'audiogramme-type une courbure définitive. Cependant, tel quel, l'audiogramme-type que nous publions ici nous semble d'autant plus satisfaisant qu'il résulte d'un ensemble de calculs s'appuyant sur deux méthodes bien distinctes, la traduction en unités de sensation des résultats chronométriques de l'examen acoumétrique, et la mesure directe en décibels des résultats de l'examen audiométrique (effectué par nous au moyen d'un Audiomètre de fabrication française comportant une hétérodyne à battements et par SCHICK et GOLDSTEIN au moyen d'un Audiomètre de fabrication américaine, sans doute à oscillation directe).

CONCLUSIONS

1° On peut aisément, grâce à une technique spéciale dont nous avons donné ci-dessus l'essentiel, étalonner les diapasons en unités de sensation, ce qui permet de traduire en décibels les temps de décroissance et, par suite, de chiffrer les déficiences auditives dans cette unité, universellement adoptée de nos jours.

L'étalonnage direct en décibels nous semble beaucoup plus utile — pour ne pas dire beaucoup plus pratique — que l'étalonnage en « Half Intensity periods » selon la méthode de LOWNDES-YATES, et cela pour les raisons que HALLPIKE a magistralement exposées dès la publication du travail de son collègue britannique.

2° L'Audiométrie n'est pas une méthode de mesure aussi simple et aussi sûre qu'il peut paraître à première vue. Les causes d'erreur inhérentes autant à la technique audiométrique proprement dite qu'aux appareils eux-mêmes, sont nombreuses. Nous n'avons pas cru devoir traiter ce problème tout au long. Nous croyons donc devoir nous borner à souhaiter que ces constructeurs puissent mettre à notre disposition des instruments de mesure auditive d'une parfaite stabilité.

Dans l'état actuel des choses, il semble qu'aucune comparaison directe ne peut s'établir entre les audiogrammes dressés au moyen d'un Audiomètre et ceux dressés au moyen d'une série de diapasons étalonnés.

La corrélation — qui est indiscutable — n'apparaît que sur les moyennes observations.

3° L'Otospongieuse peut être caractérisée, au point de vue acoumétrique, par un audiogramme type dont l'allure générale n'est pas celle que la triade de BEZOLD permettait de prévoir. Cela provient de ce que le troisième axiome de BEZOLD qui s'exprime habituellement ainsi : « Perte de l'acuité auditive aux sons graves » est généralement pris dans un sens absolu alors qu'en réalité il ne peut avoir qu'un sens relatif. Il doit, en effet, s'entendre par rapport à l'instrumentation utilisée, c'est-à-dire la série de diapasons non étalonnés en unités de sensation (et par suite ne permettant qu'une mesure chronométrique).

4° L'étude des caractéristiques de l'audition par voie osseuse présente des difficultés considérables. Elle ne nous semble pas pouvoir être entreprise dans l'état actuel de l'appareillage dont nous disposons, et surtout en l'absence de cabines insonores dans les services hospitaliers.

Vu: *Le Président de Thèse,*
F. LEMAITRE.

Vu: *Le Doyen,*
M. TIFFENEAU.

Vu et permis d'imprimer:

Le Recteur de l'Université de Paris,
G. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE (S). — L'Evaluation de la déficience auditive moyenne par la méthode audiométrique. (*Annales de Prothèse Auriculaire* n° 9, juillet 1936).
- BARRANY (E.) et SPERBER (E.). — Uber den Bau von elektrischen Audiometern. (*Acta Oto-Laryngologica*.)
- BUNCH (C. C.). — Age Variations in Auditory Acuity. (*Archives of Otolaryng.*, vol 9, June 1929.)
- The use of Audiometers in Clinical Work. (*Annals of Otology*, vol. 41, sept. 1932.)
- Auditory Acuity Test. (*Arch. of Otology*, vol. 3.)
- BUNCH (C. C.). — Some observations on Clinical Otosclerosis. (*Annals of Otology*, june 1934.)
- CAUSSE (R.). — Aspect Physique de la Surdité. (*Presse Médicale*, n° 79, 30 septembre 1936.)
- DEVAUX (Ch.). — Un Procédé nouveau d'Acou m trie : Recherche d'une unité d'intensité sonore. (Thèse pour le doctorat en médecine, 1928.)
- DRURY (D. W.). — Tests of hearing of five hundred average ears by the Audiometer 2A. (*Arch. of Otolaryngology*, vol. 1, 1935.)
- DUNDAS-GRANT (Sir James). — Quantitative tuning-fork tests in relation to the rate of dying-down. (*The Journal of Laryngology and Otology*, n° June 1929.)
- Simplified method of determining percentage of actual hearing-power in tuning-fork tests. (*The Journal of Laryngology and Otology*, n° 4, April 1934.)
- ERSNER (M. S.) et PRESSMANN (J. J.). — An element of error in Audiometry. (*Annals of Otology*, vol. 40, June 1931.)
- ESCAT (E.). — Surdit s progressives et Oto-Spongioses (Mo-

- nographies d'O. R. L. internationales*. Fascicules 6 et 7, 1922.)
- FOWLER and WEGEL. — Audiometric Methods and their Applications. (*Transactions of Triological Soc.*, 1922.)
- GELLE (Georges). — Epreuve des pressions centripètes. (Thèse, Paris 1895.)
- GLIESSMANN. — Neue Methoden zur Hörprüfung. (*Beitraege zur Anatomie*, 1921.)
- HALLPIKE (C. S.). — The Hearing Test Comittee report. (*The Journal of Laryngology and Otology*, n° 2, February 1933.)
- HEMARDINQUER (P.). — L'intensité sonore et les unités de sensation. Le Décibel. (*Annales de Prothèse Auriculaire*, n° 2, août 1934.)
- HULKA (J. H.). — Present Statuts of Audiometry. (*Annals of Otology*, June 1935.)
- KNUDSEN (V. E.). — Audiometry, Elmsford 1937.
- KNUDSEN (V. E.) et JONES (Isaac H.). — Symposium on the VIII the nerve : 5 Basis principles underlying tests of hearing. II Diagnosis of hearing impairments. III Artificial aids to hearing. (*The Laryngoscope*, n° 1, janvier 1935.)
- LEJEUNE-LAMOUREUX (J.). — La détermination des taux d'incapacité dans les expertises otologiques. (*Revue de Pathologie et de Physiologie du Travail*, n° 9, June 1937.)
- LEMARCHAND (N.). — La Conduction Osseuse absolue et sa mesure. (*Annales de Prothèse Auriculaire*, n° 6, avril 1935.)
- LERMOYEZ. — L'Otospongiose. (*Annales des Maladies de l'Oreille*, 1914.)
- REPORT OF COMMITTEE FOR THE CONSIDERATION OF HEARING-TEST. — (*The Journal of Laryngology and Otology*, n° 1 et 2, janvier et février 1933.)
- ROCARD (Y.). — Les principes de l'Audiométrie et la construction des Audiomètres. (*Annales de Prothèse Auriculaire*, n° 3, octobre 1934.)

- ROTH (Aaron). — A graphic method and chart for hearing test with tuning forks. (*Arch. of Otolaryngology*, n° 6, June 1932.)
- SCHAMBANGH (S. E.) et HOLDERMANN (J. W.). — The Audiometer as a device for determining quantitatively the hearing function in each ear separately. (*Annals of Otology*, mars 1928.)
- SCHICK (H. F.) et GOLDSTEIN (Max A.). — Genetics in Otosclerosis. (*The Laryngoscope*, n° 10, octobre 1936.)
- SCHWARZ (W. S.) et TIGLER. — Das Oto-Audion. — *Passow und Schaefer Beitræge*, 1930.)
- THIENPONT (R.). — Examen fonctionnel de l'appareil auditif. (*Bulletin de la Société Belge d'Otologie, Rhinologie et Laryngologie*, n° 2, 1936.)
- THIENPONT (R.). — L'Audiographie d'après Yates de Londres, au moyen de diapasons étalonnés par le National Physical Laboratory anglais. (*Le Scalpel* n° 21, 25 mai 1935.)
- WITTING (E. P.). — The Selection and Operation of Audiometers. (*The Laryngoscope*, n° 10, octobre 1936.)
- YVER et BARRAT. — Une nouvelle Méthode d'Acoumétrie au moyen de l'Hétérodyne Harmonique. (*Revue de Laryngologie, Otologie, Rhinologie*, juin 1935, n° 6.)
- YVER et BARRAT. — Quelques réflexions sur l'Audiométrie. (*Revue de Laryngologie, Otologie, Rhinologie*, n° 4, avril 1937.)

